Lane Medical Library
1928
1930

Sollux-Behandlung bei Zahn- Mund- und Kieferkrankheiten, unter besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemisch-biologischen Grundlagen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen medizinischen Fakultät

der

Bayerischen

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Oskar Befelein

approb. Zahnarzt, aus Furth i. W.

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Mai 1928.

1928

Buchdruckerei Karl Döres, Erlangen, Jägerstraße 3

Telefon 521

30.25

Dekan: Geh.-Rat Professor Dr. Specht.
Referent: Professor Dr. Hauenstein.

Der Einfluß des Lichtes auf den Menschen war seit ältesten Zeiten bekannt. Doch stand zunächst, im Gegensatz zur heutigen Auffassung, seine Bedeutung in religiöser Beziehung im Vordergrund. Der belebende Einfluß auf Körper und Psyche wurde instinktiv empfunden.

Somit weckte der Anblick der Sonne religiöse Empfindungen, es erwuchs bei den alten Völkern die Vorstellung einer göttlichen Persönlichkeit, des Sonnengottes, und daraus entwickelte sich der Sonnenkult. Seine Macht wurde wohltuend empfunden, seinen Strahlen Heilkraft zugesprochen, Diese uralte Anschauung beweist, daß die Sonne auch als Heilfaktor bekannt war. „Sol est remediorum maximum" (Plin. der Jüngere). Die alten Assyrer bauten sich Sonnenbäder auf die Dächer ihrer Häuser. Griechische und römische Ärzte, wie z. B. Hypokrates, geschichtlich als erster Mediziner bekannt, Herodot, der Vater der Geschichte, Antyllus, Claudius Galenus und v. a. empfahlen bereits die Heliotherapie bei verschiedenen Erkrankungen. Große Bedeutung in hygienischer Beziehung hatten die Sandgruben der Ägypter, die Sonnenlicht- und Luftbäder bei den Griechen und Römern.

Auch unsere eigene Kulturgeschichte muß an dieser Stelle zitiert werden. Wenn irgend ein Volk, so verehrten unsere Vorfahren, die Germanen, in der Sonne ihren Lieblingsgott. Sie legten ihre kranken Kinder auf die Hausdächer zur Sonnenbestrahlung, wobei sie aber ihre religiösen Vorstellungen hatten. Ja, sie standen in heliotherapeutischer Erfahrung höher, als die übrigen Völker (Bernhard), da sie auch klimatologische Kenntnisse hatten und als besonderen Heilfaktor ausnutzten. Die Heil-

kraft des Höhenklimas war ihnen absolut bekannt[1]), sonnenreiche Plätze bewahren vor Fieber (Ritten), am Sonnenfeld wohnen die 9 Heilkundigen Gehilfen der Frigga, der Himmelskönigin. Das Sonnenlicht auf den Bergen galt als besonders heilkräftig. Somit bestand eine Art Klimotherapie, die im Verfolg der ganzen deutschen Volksmedizin nachzuweisen ist. Das nunmehr folgende Mittelalter, das, wie auf alle Gebiete der Heilkunde und Medizin eher lähmend als fortschrittlich wirkte, vergaß diese Kenntnisse in seinem Tiefstande der Hygiene und Medizin. Nur ein einziger, der Araber, Avicenna[2]), trat für eine Heliotherapie ein; aber vergeblich. Auch Paracelcus nahm hierzu keine definitive Stellung, obwohl er den Heilwert von St. Moritz hoch einschätzte. Anläßlich der Pestepedemien erinnerte man sich noch der hygienischen Verwendbarkeit des Lichtes und der Luft, doch seit Galens Zeiten bis Ende des 18. Jahrhunderts, fast $1^1/_2$ Jahrtausend war das Licht als therapeutisches Hilfsmittel ausgeschieden:

Erst in der Folgezeit wurde durch den Franzosen Faure[3]), die Heliotherapie für offene Beingeschwüre wieder empfohlen. Er tritt für das erwärmende Sonnenlicht ein. Durch zwei kulturgeschichtliche Begebenheiten wurde die Gesamtheit erst wieder auf die Heilkraft von Licht und Luft hingewiesen.

1. Der große Einfluß Rousseaus; „Julie ou la nouvelle Héliose".

2. Die Entdeckung Herrschel's, der die chemische Wirkung der ultravioletten Strahlen feststellte.

Nun kam das Interesse wieder. Loebel, ein Jenenser Kliniker versuchte die Amaurose[4]) heliotherapeutisch zu behandeln. Ihm erwuchs in Döbereiner, dem bekannten Chemiker ein Mitarbeiter. Letzterer analysierte das Licht aus seinen Komponenten, sodaß er als erster die Wirkung von Licht und Wärme einerseits und den einzelnen Farben andererseits erwähnt; er schlug vor, Wärme und Lichtstrahlen zu trennen und farbige Glasfilter zu benützen, und somit war die Anregung gegeben,

---

1) Nach ihrer Anschauung kann ein Schwerkranker genesen, falls es ihm gelänge den Hlyfiaberg (Heilberg) zu erklimmen.

2) Sein Werk: Kanon medicinale, d. h. sein el-kanun fil Teb.

3) „L'usage de chalier actuelle dans le traitement des ulcères".

4) Amaurosis (ἀμαυρόω verdunkeln): Schwarzer Star; völlige Blindheit infolge gänzlicher Funktionsaufhebung des Sehnervens.

getrennt Licht- und Chromotherapie zu benützen. Die Aktinotherapie war damals noch unbekannt. Edwards gab die Anregung zur experimentellen Nachforschung des Lichteinflusses auf den Organismus; man lernte die Lichtwirkung auf die Kohlensäureausscheidung, die Pigmentbildung u. s. w. kennen. Der Schweizer Rickli machte 1855 den ersten Versuch die Heliotherapie in Sanatorien auszuüben, jedoch gewann die Lichtbehandlung dadurch noch keine allgemeine Bedeutung; ihm gebührt jedoch das Verdienst eines gewissen Fortschrittes. Erst Finsen 1893 wirkte bahnbrechend durch Nachprüfung früherer Versuche und schuf erst durch eigene Untersuchungen das Fundament für die moderne Lichttherapie.

Nachdem Pasteur die großartige Entdeckung machte, daß Krankheiten durch kleinste Lebewesen entstehen, erbrachten Downes und Blunt im Kampfe gegen die Bakterien den Beweis, daß das Licht befähigt sei, diese Krankheitserreger erfolgreich zu bekämpfen. Finsen baute auf dieser Erkenntnis seine rein aktinische Therapie auf. Die moderne Lichttherapie entwickelte sich nun aus der dritten Komponente des Lichtes, der chemisch wirksamen Strahlung. Der Grundstein lag in der Erkenntnis der bakteriziden Wirkung des Lichtes. Unsere heutige wissenschaftliche Erfahrung auf diesem Gebiete muß Finsen's Theorie jedoch als einseitig bezeichnen. Neuere Forschungen erwiesen nämlich, daß Finsen zuweit gegangen war, wenn er die chemischen Strahlen allein als bakterizid bezeichnete, und die Wärmestrahlen ausschaltete. Doch seine Formel für die Wirkung der blauen, violetten und ultravioletten Strahlen: „Penetrierend, bakterizid und entzündungserregend", ist heute allgemeine Ansicht, wenngleich die Penetrationsfähigkeit weit geringer als die der sichtbaren Strahlen ist, wie die Versuche von Busch[1]) zeigten. Hausmann stellte für den tierischen Organismus fest, daß die längerwelligen Lichtstrahlen stärker penetrieren als kurzwelligere". „Je größer die Wellenlänge, umso tiefer dringen die Lichtstrahlen in das Gewebe ein, je geringer die Wellenlänge umso geringer ist ihre Penetrationskraft und umso mehr werden sie absorbiert". Diese moderne Lichttherapie, die sich besonders auf der Wirkung des ultravioletten Lichtes aufbaut. ist an die Namen Finsen, Bernhard, Rollier, Hausmann, Pincussen, Rost, Keller, Jesionek, Bach, Thedering u. a. geknüpft.

1) Busch zeigte am blutgefüllten Kaninchenohr den bevorzugten Durchtritt der sichtbaren Strahlen.

Die Lichttherapie steht heute völlig unter dem Einflusse der Physik. Nachdem Leo Arons entdeckte, daß in evakuiertem Raum zwischen zwei Quecksilberelektroden ein an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen reicher, an roten dagegen armer Lichtbogen entsteht, bekam man in dem Quecksilberdampflicht eine gute therapeutische Lichtquelle. Diese wurde dann von der Quarzlampengesellschaft Hanau bedeutend verbessert und wird heute noch als die sehr beliebte wassergekühlte Kromayersche Quarzlampe verwendet. 1911 brachte die gleiche Firma dann eine große luftgekühlte Quarzlampe, die besonders an U.-V-Strahlen reichhaltige künstliche Höhensonne nach Bach. Im weiteren Verlaufe der technischen Vervollkommnung der künstlichen therapeutischen Lichtquellen wurden von den verschiedensten Firmen Bestrahlungsapparate konstruiert.

Es würde zu weit führen näher auf alle Forschungen über das Licht einzugehen, der Zweck dieser Arbeit ist die besondere Berücksichtigung des sichtbaren Spektrums und dessen therapeutische Eigenschaften klarzulegen und die übrigen Spektralgebiete nur insoferne zu berücksichtigen, als sie zur Erklärung der allgemeinen Lichtwirkung speziell hinsichtlich der biologischen und pathologischen Wirkung dienen. Zur praktischen Anwendung und Erfahrung mit sichtbaren Strahlen diente uns die von der Quarzlampengesellschaft Hanau konstruierte, große Solluxlampe (Heusner) nach Oeken, eine hochkerzige Metallfadenglühlampe, auf deren nähere technische Einzelheiten später eingegangen wird.

Die Einschätzung des künstlichen Lichtes als therapeutischer Faktor hat, ähnlich wie viele andere Behandlungsmethoden, Schwankungen durchgemacht. Neben vielen klinischen Beobachtungen verfügen wir heute auch über eine große Reihe schöner Experimente, die uns physikalisch-chemisch und biologisch-pathologische Aufkärung geben; andererseits herrscht aber noch viel Widerspruch und noch lange ist die Lichtforschung nicht beendet. Unsere Beobachtungen stützen sich heute noch mehr auf die meist empirisch gefundenen Ergebnisse, denn so offenkundig die Bedeutung des Lichtes für physiologische Vorgänge, so aussichtsvoll seine therapeutische Anwendung sein mag, so schwierig ist es, eine experimentell gestützte Erklärung zu geben.

Während bis vor einigen Jahren die Therapie mit kurzwelligem Lichte als Phototherapie „κατ᾽ἐξοχήν“ betrachtet wurde,

ist man nunmehr zur Ausnützung des Gesamtspektrums von ultrarot bis ultraviolett geschritten. Der Begriff Lichttherapie hat demnach die Kenntnis der Heilwirkung aller Wellenlängen des Lichtes zu umfassen.

Um nun die Wirkungsweise eines Apparates, wie in diesem Falle der Solluxlampe, richtig beurteilen zu können, muß zunächst auf den physikalischen Teil der Bestrahlungstechnik eingegangen werden.

Die Physik versteht unter Licht im weitesten Sinne die Gesamtheit des elektromagnetischen Spektrums von den elektrischen Wellen bis zum Röntgenlicht. Die Abszisse ist logarithmisch eingeteilt, also in Oktaven (analog der üblichen Einteilung des akustischen Spektrums); der sichtbare Teil des Spektrums umfaßt nur eine einzige Oktave von 400—800 $\mu\mu$. Das Gebiet der kürzeren Wellen unterhalb 400 $\mu\mu$ bezeichnet man als Ultraviolett, etwa 4—5 Oktaven, daran schließt sich das Röntgenlicht.

Das Gebiet der längeren Wellen oberhalb 800 $\mu\mu$ umfaßt das Ultrarot, etwa 8 Oktaven, anschließend folgen die „elektrischen Wellen". (1 Oktave entspricht jedesmal einer Verdoppelung bezw. Halbierung der Wellenlänge).

Alle glühenden, festen und flüssigen Körper senden ein kontinuierliches Spektrum aus; den einfachsten Fall stellt der sog. schwarze Körper dar. Die Intensität von Licht wird in gr. cal./sec. qcm gemessen und ist von der Helligkeit als einem physiologisch-psychologischen Begriff scharf zu unterscheiden.

Für die biologische Wirkung kommt es auf die physikalische Intensität an. Sie nimmt umgekehrt proportional mit dem Quadrate des Abstandes von der Lichtquelle ab. Es ist also leicht möglich ein Mehrfaches der Intensität der Sonnenstrahlung mit künstlichen Lichtquellen zu erhalten, wenn man nur den Abstand von der Lichtquelle genügend klein wählt. Die Intensität der Sonnenstrahlen an den äußeren Grenzen der Atmosphäre beträgt etwa 2 gr. cal./min. qcm, also etwa $^1/_{30}$ gr. cal./sec. qcm; je nach der Dicke der durchsetzten Atmosphäre sinkt dieser Betrag auf einen mehr oder minder großen Bruchteil herab. Das Wesentlich ist, daß die gesamte ausgestrahlte Energie mit der 4. Potenz der abs. Temperatur ansteigt und gleichzeitig das Spektralgebiet der größten Energie umgekehrt proportional zur abs. Temperatur (T) nach kürzeren Wellenlängen wandert. Es ist:

λ max. . T = 2900, (wobei λ max die Wellenlänge der größten Intensität, gerechnet in μ bedeutet.)

Bei spektroskopischen Arbeiten wird die Wellenlänge gewöhnlich in Angström-Einheiten angegeben.

$$1 \text{ AE} = {}^1/_{10}\ \mu\mu = 10^{-8} \text{ cm};$$

Für die biologische Wirkung genügt völlig die Angabe der Wellenlänge in $\mu\mu$ oder für Ultrarot sogar in μ. Der Eindruck weißen Lichtes entsteht beim Zusammenwirken verschiedener Spektralbereiche, z. B.: Blau und gelb, rot und grün, im bestimmten Intensitätsverhältnis oder auch beim Zusammenwirken aller Wellenlängen im Intensitätsverhältnis des Sonnenspektrums. Jeder Spektralbereich hat einen bestimmten Farbton, jedoch entspricht keineswegs jeder Farbton einem bestimmten Spektralbereich. Vielmehr kann man jeden Farbton auf außerordentlich verschiedene Weise aus Spektralbezirken zusammensetzen.

Unsere Sonne mit einer „schwarzen" Temperatur von etwa 5000° abs. hat der obigen Ausführung entsprechend das Maximum ihrer Energiestrahlung bei etwa 0,6 μ (gelbes Spektralgebiet). Das Spektrum der Sonne entspricht im ganzen dem eines schwarzen Körpers von etwa 5000° abs.; jedoch fehlt das kurzwellige Ende unterhalb 290 $\mu\mu$ infolge von Absorption durch den geringen Ozongehalt der Atmosphäre; in höheren Schichten, d. h. außerhalb der Atmosphäre erstreckt sich die Strahlung noch zu kürzeren Wellen im Ultraviolett.

Unsere ganzen künstlichen Lichtquellen, soweit sie auf dem Glühen fester Körper beruhen, haben viel geringere Temperatur als die Sonne und demgemäß liegt die maximale Ausstrahlung im Ultrarot. Alle gasförmigen Körper senden diskontinuierliche Linien- oder Bandenspektren aus, d. h. die Energie ist auf einzelne Wellenlängen beschränkt. Es besteht hier keinerlei Bevorzugung eines Spektralgebietes. Vielmehr kann hier die Hauptenergie auch im Ultraviolett ausgestrahlt werden.

Zur Zerlegung des Lichtes in seine Bestandteile dient ein Prisma oder ein Beugungsgitter. Für die Bedürfnisse der Praxis reicht gewöhnlich die Benutzung eines geeigneten Absorptionsfilters aus. Sein Vorteil besteht vor allem darin, daß viel höhere Intensitäten, wenn auch auf Kosten der Homogenität erreicht werden können.

Die Wirkung des Lichtes beruht auf der Umwandlung der elektromagnetischen Strahlungsenergie in andere Energieformen beim Vorgang der Absorption. Nur absorbiertes Licht kann irgendwelche Wirkungen ausüben. Die Absorption führt entweder unmittelbar zur Verwandlung der Strahlungsenergie, gemessen in Kalorien, in Wärmeenergie, gleichfalls gemessen in Kalorien oder es schieben sich andere Energieformen dazwischen. Im letzteren Falle handelt es sich darum, daß einzelne Atome oder Moleküle in energiereichere Zustände übergeführt werden und zwar ist der auf diese Weise aufzunehmende Energiebetrag umgekehrt proportional der Wellenlänge des absorbierten Lichtes. (Quantentheorie.)

Die so von einzelnen Atomen oder Molekülen aufgenommenen Energiebeträge können nun entweder erneut als Licht abgegeben werden (Fluoreszenz- oder Phosphoreszenz), wobei die Wellenlänge größer, höchstens gleich der ursprünglich absorbierten ist oder sie kann zur Abspaltung von Elektronen führen (lichtelektr. Wirkung), oder zu einer chemischen Reaktion benutzt werden (Photochemie). Licht von der Wellenlänge 1 μ vermag chemische Reaktionen durchzuführen, die eine Wärmetönung von 28000 gr. cal./mol. erfordern. Licht der Wellen 500 $\mu\mu$, solche die die doppelte Wärmetönung, solche der Wellenlänge 250 $\mu\mu$, die das Vierfache erfordern. Es kommt dabei also gar nicht auf die Intensität des Lichtes an; diese bestimmt nur die Größe des Umsatzes, nicht seine Art. Der Umstand, daß die vom Licht übertragbaren Energiequanten umso größer werden, je kürzer die Wellenlänge, ist der tiefere Grund dafür, daß vor allem kurzwelliges Licht chemische Wirkungen verursacht.

Wenn eine chemische Reaktion schon in langwelligem Lichte abläuft, ist dieses bei gleicher Intensität auch im Verhältnis der Wellenlänge wirksamer als kurzwelliges, weil eben in der gleichen eingestrahlten Energie im langwelligen Falle mehr Energiequanten vorhanden sind als im kurzwelligen.

Eine befriedigende photochemische Erklärung der biologischen Lichtreaktionen wird nur möglich sein, wenn mit genau definierten Spektralbereichen und quantitativ bestimmten Intensitäten gearbeitet wird und die Absorptionsverhältnisse der Gewebe ebenfalls quantitativ bestimmt sind. Von diesem Ziele ist man noch weit entfernt. Die Schwierigkeit liegt u. a. darin, daß es wenig praktisch brauchbare Filter gibt, die genügend homogenes

und dennoch intensives Licht liefern. Am leichtesten ist es noch, das kurzwellige Ultrarot, das ja den Hauptanteil der Strahlung unserer künstlichen Lichtquellen, abgesehen von der Quarzlampe, bildet, sowie einzelne Teile des sichtbaren Spektrums herauszufiltern. Für das Ultraviolettgebiet gibt es heute praktisch brauchbare Filter für den Spektralbezirk von etwa 300—400 $\mu\mu$, sowie für den Bereich von etwa 300—330 $\mu\mu$. Die biologisch so besonders wichtige Gegend unterhalb 300 $\mu\mu$ läßt sich bisher durch Filter nicht in genügender Intensität isolieren. Man ist vielmehr auf die spektrale Zerlegung des Lichtes von Quarzquecksilberlampen angewiesen.

Ultraviolettes Licht hat auf die menschliche Haut nur Oberflächenwirkung, da es bereits nach Hasselbalch in 0,1—1 mm Schichtdicke der menschlichen Haut absorbiert wird; ultrarotes dagegen dringt bis zu 2 cm in die Tiefe ein. Die roten und ultraroten Strahlen üben keinerlei Reizwirkung aus (sind also nicht photochemisch wirksam), sie wirken bei ihrer Absorption nur erwärmend und dadurch hyperämisierend, entzündungshemmend, resorbierend und analgesierend. Im verdunkelten Raume soll ihre Wirkung nach Angabe von Finsen (das bek. „rote Zimmer“ bei Variola etc.), Thedering u. a. erheblich verstärkt werden. Fraglich ist heute noch, ob zwischen Ultraviolett und anderen Spektralgebieten Kombinationswirkungen derart stattfinden, daß z. B. die langwelligen Strahlen die Haut besonders aufnahmefähig machen, die kurzwelligen darnach umso energischer wirken können.

Interessant ist der Filterversuch von Schanz-Dresden: Bohnen völlig gleicher Art wurden in Kästen gezogen. Der erste Versuch war nicht, der zweite durch Fensterglas (das ultraviolett absorbiert), der dritte durch Euphoglas überdeckt, das langwelliges Ultraviolett bis 400 absorbiert. — Der Erfolg war allerdings frappierend. Die gegen U. V.-Strahlen geschützten Pflanzen wuchsen viel höher als normal (Etiolement). Versuche mit Edelweiß, einer spezif. Höhenpflanze und Pelargonien verliefen in gleicher Richtung.

Wärme gibt jeder erhitzte Gegenstand, kann auf verschiedene Art erzeugt und appliziert werden, sei es durch heiße, trockene und feuchte Aufschläge oder elektr. Wärmekissen, sei es durch Ofenstrahlung. Ihre jeweilige Wirkung trennt jedoch ein grundlegender Unterschied von den leuchtenden Wärmestrahlen. Im ersteren Falle übermitteln die Aufschläge und das Wärmekissen durch ihre direkte Einwirkung, die sog. Kontaktwärme; im letz-

teren Falle erzeugt Ofenstrahlung lediglich oberflächliche Erwärmung. Allen diesen Wärmequellen fehlt die konstante Energie, sie erleiden sämtlich einen Wärmeverlust, der eine irreguläre Wirkung bedingt. Wenn uns aber die Möglichkeit gegeben ist, durch Einwirkung roter und ultraroter Lichtstrahlen, die eine erhebliche Wärmeenergie in sich bergen, derart das Gewebe zu penetrieren, daß eine tiefe und lang dauernde Hyperämie erzeugt wird, so stehen wir doch wohl vor einer wesentlichen Vereinfachung, bestimmt aber vor einer gründlichen Verbesserung hinsichtlich der Indikation von Wärme auf erkranktes Gewebe. Dies ist selbst dann der Fall, wenn wir den Erfolg derartiger Insolationen ganz ausschließlich oder auch nur vorwiegend den langwelligen (thermischen) Strahlen zuschreiben — die Spektren dieser Lichtquellen enthalten alle Strahlen bis zur Wellenlänge von etwa 310 $\mu\mu$ — und übersehen, daß alle dabei in Betracht kommenden kurzwelligen Strahlen keinerlei Reaktion auf die beteiligten Gewebe ausüben sollten, was durchaus nicht der Fall zu sein braucht. Also selbst, wenn wir an diese gleichzeitigen Einflüsse gar nicht denken wollten, können wir bequem eine tiefeindringende Wärme anwenden, wie dies bei der Solluxlampe zutrifft, speziell mit dem später noch zu erwähnenden Kondensations-Tubus.

Eine gewisse Penetrationsfähigkeit, die je nach der Wellenlänge alle Lichtstrahlen besitzen, ferner die Tatsache, daß gerade langwellige Strahlen am tiefsten in die Gewebe dringen, als Träger einer erheblichen thermischen Energie, müssen uns überzeugen, daß wir durch sie die beste Möglichkeit haben, auf tieferliegende Gewebe einzuwirken. Eine derartige Wärmequelle zeigt nicht nur (wie Kataplasmen u. a.) keinen Wärmeverlust, sondern die Temperatur steigt progressiv während der Anwendung infolge der konstanten Energie. Kieffer berichtet von interessanten Temperaturmessungen an sich selbst und an Patienten mittels eines eigens dazu konstruierten Cutano-Thermometers:

„Dasselbe muß eine große spiralförmig angeordnete Quecksilberschlange besitzen, um der Haut in großer Ausdehnung flach anzuliegen", Hauttemperaturen geeigneter Gesichtsfelder betrugen in Zimmertemperatur 34,3—34,9° vor der Bestrahlung. Nach 1stündiger Belichtung zeigten die mit Dermograph bezeichneten Stellen Temperaturen von 35,7—36,3°. 1 Stunde später (die Pat. blieben in mittl. Zimmertemp.) hatte die äußere Haut noch die gleiche Temp. Die gleichzeitige Temperaturmessung im Innern der Mundhöhle mit gewöhnlichem Fieberthermometer, das während

der Bestrahlung in der Wangentasche getragen wurde, wies, trotz einer äußeren Wangentemp. von 36,3° eine Innentemp. (Mundhöhle) von 38° auf. Gleichzeitig vorgenommene Axillarmessung der Körpertemperatur mit Maximalthermometer betrug 37,1°.

Das Ergebnis dieses Versuches ist insofern biologisch interessant, als

1. die Penetrationsfähigkeit der roten Strahlen klar liegt (diese bilden ja den Hauptanteil der Solluxlampe), ersichtlich aus der erhöhten Innentemperatur nach der Bestrahlung,

2. Die Temperaturerhöhung einen Beweis für die innere progressive Wärmeentwicklung und die damit verbundene nachhaltige Tiefenwirkung bringt.

3. Die Möglichkeit mittels der leuchtenden Wärmestrahlen vorhanden ist, die Gewebe in der Tiefe derart zu beeinflussen, daß trotz stark erhöhter Innentemperatur nur eine verhältnismäßig geringe Oberflächentemperatur (wegen der Verdunstungs- und Abkühlungsmöglichkeit) erzielt wird, die die Gefahr einer Verbrennung stark herabsetzt.

Die Wärmeentwicklung der ultraroten Strahlen kann durch ein Thermoelement erwiesen werden. Stellt man ein solches außerhalb der roten Strahlen auf, so zeigt es eine Temperaturerhöhung. Diese Strahlen heißen deshalb auch „dunkle Wärmestrahlen". Die U.V.-Strahlen werden durch ihre chemische Wirkung auf lichtempfindliche Präparate nachgewiesen, speziell auf halogene Salze, wie Brom, Jod- und Chlorsilber. Auf Grund deren Wirkung beruhen u. a., auch die Vorgänge der Photographie und das Ablassen der Farben am Licht. (Bunte Stoffe „schießen", Tapeten „bleichen"). Durch Konvexlinsen oder Hohlspiegel können die thermischen Strahlen konzentriert werden; die einzelnen Farben werden filtriert (rot, gelb, grün, blau), in dem durch entsprechend gefärbte Glasscheiben, Filter, die gewünschte Farbe emittiert wird; durch Linsen von Quarz, Steinsalz oder Flußspat werden ultraviolette Strahlen gebrochen und gesammelt. Die Bezeichnung „Wärmestrahlen" und „chemische" Strahlen für die lang- bezw. kurzwelligen ist allgemeine Einführung, jedoch nur bedingungsweise zutreffend, da weder Wärme noch chemische Wirkung an bestimmte Spektralabschnitte gebunden sind. Die Schwingungszahlen schwanken von Ultrarot bis Ultraviolett zwischen 38—400 Billionen. Die physiologisch wirksame Zone der chemischen Strahlen

liegt nach Freund zunächst an der Grenze des Violett und Ultraviolett, ungefähr bei der Wellenlänge 397—325 $\mu\mu$.

Zur Messung strahlender Wärme dient uns ein sog. Quecksilberschwarzkugelthermometer, das die Wärmestrahlen absorbiert und nicht wie das gewöhnliche Thermometer teilweise reflektiert. Die qualitative Bestimmung des Lichtes erfolgt am einfachsten durch das Rowland'sche Reflexionsgitter, durch fotographische Aufnahme des gebildeten Spektrums. Wie sich die ultraroten und ultravioletten Strahlen verraten und nach welchen Prinzipien sie qualitativ und quantitativ gemessen werden können, ist oben bereits kurz angegeben worden. Es würde zu weit führen auf alle teilweise sehr komplizierten Meßmethoden einzugehen, es muß dafür auf die betreffenden physikalischen Lehrbücher hingewiesen werden.

Für das Studium der Sonnenlichtbehandlung sind derartige Lichtmessungen von größter Wichtigkeit. Stelling schreibt in seiner Arbeit: „Wenn man erwägt, einen wie großen Einfluß die Intensität des Lichtes auf das Wachstum und Gedeihen der Pflanzen- und Tierwelt ausübt, einen Einfluß der auch im hohen Grade auf das Wohl und Wehe des Menschen sich erstreckt, so kann man nur lebhaft wünschen, daß die fotochemischen Messungen eine größere Verbreitung als bisher finden möchten".

Daß gerade langwellige Strahlen auch dickeren Gewebsschichten gegenüber ein großes Penetrationsvermögen haben, zeigt Kieffer in folgendem Versuche (Solluxlampe). Er nahm in der Dunkelkammer einen zwischen zwei Glasplättchen mittels Leukoplast wasserdicht verschlossenen, gewöhnlichen Kodakfilm in seinen Mund und stellte ihn aufrecht zwischen Wange und Zahnreihen, im vestibulum oris auf, worauf die Lippen lichtdicht geschlossen wurden. Auf dem Film waren vorher bukkalwärts kleine undurchsichtige Staniolnummern angebracht. Die betreffende Gesichtspartie wurde dann während 30 Sek., 1 Min. und 2 Min. dem Lichte der Solluxlampe in einer Entfernung von 50 cm vom Fokus ausgesetzt. Es ergab sich, daß durch die Wangenweichteile hindurch (beim mittleren Ernährungszustand) die Strahlen so durchgedrungen waren, daß die obenerwähnten Nummern deutlich abfotographiert wurden.

Während der Strahlung z. B. der Sonnenstrahlung, erleidet die Intensität des Lichtes erheblich Einbuße durch die von Fremdkörpern (Staub, Rauch etc.) verunreinigte Atmosphäre. Am meisten

werden von dieser Abschwächung die chemisch wirksamen, die aktinischen Strahlen betroffen, am wenigsten die thermischen Strahlen. Nach Langley kommen 39 bezw. 42 % der violetten und ultravioletten gegenüber 70 und 76 % der roten und ultraroten Strahlen durch die Atmosphäre hindurch noch zur Wirkung. Er gibt dafür folgende Tabelle:

Ultraviolett	39 %
Violett	42 „
Blau	48 „
Grünlichblau	54 „
Gelb	63 „
Rot	70 „
Ultrarot	76 „

Bernhard erinnert an die Tatsache, daß für die Beleuchtung der Leuchttürme vielfach das Petroleumlicht dem doch an Helligkeit weit überlegenen Lichte der Bogenlampe im Nebel vorzuziehen ist, denn das an blauen und violetten Strahlen reiche Bogenlicht wird hierbei schnell verschluckt, während das an roten und gelben Strahlen reiche Petroleumlicht weit stärker durch Regen und Nebel durchdringt.

Bei der Besprechung über die Wirkungsweise der Lichtstrahlen muß zunächst die Lichtabsorption berücksichtigt werden. Nach dem Grotthus-Draper'schen Gesetz entfaltet das Licht nur dort seine Wirkung, wo es absorbiert wird. Die Tatsache ist geklärt, daß die langwelligen Lichtstrahlen tiefer in das Gewebe eindringen als die kurzwelligen. Malten erklärt das so, daß das Capillarnetz der Haut wie ein Rotfilter nur die roten und ultraroten penetrieren läßt und die kurzwelligen Strahlen absorbiert. Bernhard hat neuerdings an der Leichenhaut festgestellt, daß die Strahlen von etwa 300 $\mu\mu$ von der Haut am stärksten absorbiert werden (entspricht auch den Ergebnissen von Haußer und Vahle) und daß für die Wellenlängen gegen 600 $\mu\mu$ die Haut am durchlässigsten ist. Damit würden die alten Untersuchungsresultate Hasselbalchs bestätigt. Aehnliche Resultate hatte Saidmann: Bei einem 1 mm dicken Hautlappen passierten nur die sichtbaren Strahlen, während ein zwanzigstel Millimeter Hautdicke erst Wellenlängen bis 296 $\mu\mu$ emittierte.

Bei der Absorption kann man unterscheiden die einseitige Absorption bei der das eine Ende des Spektrums vollständig aus-

gelöscht wird [1]). Wenn sich diese Auslöschung auf den unsichtbaren Teil des Spektrums beschränkt, kann die Substanz farblos sein. Die zweiseitige Absorption ist dann gegeben, wenn sowohl der äußere violette Teil wie der äußere rote Teil absorbiert wird und nur ein mittlerer Teil passiert. Derartige Auslöschungen findet man z. B. bei den einfarbig gefärbten, also blauen, gelben und grünen Gläsern (Filter).

Pincussen teilt die Spektren in vier Arten ein:

1. Kontinuierliche Spektren
2. Streifen-Spektren
3. Banden-Spektren
4. Linien-Spektren

Im einzelnen gestatten die kontinuierlichen Spektra allgemein nur eine ungefähre Angabe der Wellenlänge der größten Intensität, da die Maxima gewöhnlich hier nur flach sind; bei Streifenspektra ermöglicht sich die genaue Angabe der Lage der Wellenlänge der Maxima eher, wenn sich auch hierin Schwierigkeiten bieten. Die Grenzen der Streifen sind hier nur selten scharf definiert, die Intensität fällt meist allmählich nach Null ab. Besondere Schwierigkeiten finden sich bei den später zu besprechenden fluoreszierenden Lösungen.

Über die Zusammenhänge zwischen Strahlungskonstitution und Absorption bestehen ausführliche Untersuchungen. Den Arbeiten von Gräbe & Liebermann zufolge stellte O. N. Witt über Farbstoffe seine Chromophortheorie auf. Chromophore sind gewisse Gruppen oder Radikale, welche die Farbe (physiologisch!) bedingen. Die in einem Chromophor enthaltenen Substanzen werden Chromogene genannt. Im weitesten Sinne sind Chromogene, Körper, welche eine Bandenabsorption sowohl in Ultraviolett als auch im sichtbaren Spektrum besitzen. Die Berücksichtigung gerade der ultravioletten ermöglichte den weiteren Ausbau dieser Theorie. Durch wiederholte Einführung chromophorer Gruppen ließ sich die Absorption aus dem Ultraviolett in das sichtbare Spektrum verschieben, d. h. „farblose" Körper nehmen „farbigen" Charakter an. Möglich ist ferner, daß gewisse, nicht selbst chromophore Gruppen bei Einführung in ein Molekül, das bereits ein

1) Über Methodik der Spektroskopie. vergl. die Spezialwerke Krüß, Kayser, Eder, Valenta.

Chromophor enthält, die Absorptionsbanden verschieben. Diese Radikale wurden von Witt Auxochrome genannt. Die hierdurch entstehende Wirkung ist gewöhnlich eine batchochrome, d. h. eine Absorptionsverschiebung nach rot, also eine Vertiefung der Farbe; die entgegengesetzte Wirkung nach ultraviolett hin eine hypsochrome Reaktion. Über die Absorptionsverhältnisse bei biologisch wichtigen Verbindungen ist verhältnismäßig wenig bekannt. Abgesehen von den Farbstoffen sind sie fast alle farblos und zeigen also nur ein Spektrum im ultravioletten Lichte.

Für die Lichtwirkung, vor allem die biologische bieten die Fluoreszenzerscheinungen besonderes Interesse. Die Fluoreszenz bildet zusammen mit der Phosphoreszenz die verschiedenen Arten des Selbstleuchtens fester und flüssiger Körper, welche schon bei Temperaturen auftreten, bei denen Temperaturstrahler noch kein Licht entsenden. Das Kirchhoff'sche Gesetz findet demnach hier keine Verwendung.

Unter Fluoreszenz versteht man das Leuchten, das während und infolge des Auftreffens von Licht auf einen Körper von diesem ausgeht. Das Licht wird also nicht einfach absorbiert, sondern wieder abgegeben, als Licht von anderer Brechbarkeit. Stets ist mit der Fluoreszenz auch Absorption des Lichtes verknüpft; sämtliche für unser Auge farblos erscheinenden Stoffe, die ein sichtbares Fluoreszenzlicht ausstrahlen, besitzen Absorption im Ultraviolett. Meist zeigen die in der Durchsicht gelben Stoffe mit grüner Fluoreszenz Absorption im Blau, rote Stoffe fluoreszieren meist gelb, während blaue Stoffe in der Regel rotes Fluoreszenzlicht emittieren. Meistens handelt es sich um eine Art Transformation von kurzwelligen in langwellige Strahlen, von stark brechbaren in weniger brechbare. Der Unterschied zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz, der anderen Luminiszenzerscheinung, besteht darin, daß bei ersterer kein Nachleuchten stattfindet. Die Erregung der Fluoreszenz findet überall dort statt, wohin das erregende Licht eindringt. (Pincussen). Trifft z. B. weißes zerstreutes Licht auf eine fluoreszierende Lösung, so findet nur ein Leuchten der Oberfläche in Fluoreszenzlicht statt. (Epipolische Dispersion von Herrschel). Tritt dagegen ein Strahlenkegel tief in eine Lösung eines fluoreszierenden Körpers ein, wird das Fluoreszenzlicht nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in den tieferen Teilen der Flüssigkeit gesehen. Diese Erscheinungen gleichen in gewisser Beziehung der Lichtzerstreuung in trüben Medien, auf Grund dessen Brewster diese Erscheinung als

innere Dispersion bezeichnete. Bekannt ist die Anwendung des Phänomens zur Sichtbarmachung des Strahlenganges. In biologischer Hinsicht dadurch wichtig, daß die Fluoreszenzerscheinung und die dadurch hervorgerufenen chemischen oder physikalischen Veränderungen nicht nur an der Oberfläche, sondern überall da auftreten können, wohin das erregende Licht dringen kann.

Es darf aber bei der Betrachtung der Absorptionsverhältnisse nicht außer Acht gelassen werden, daß ein erheblicher Strahlenanteil z. B. von der Haut reflektiert wird. Die Reflexion hat Schultze an der Giessener Klinik für das sichtbare Spektrum untersucht. (Nitralampe, 50 Watt, 8 Volt). Seine Untersuchungen ergaben, daß die Reflexion in erster Linie von der Beschaffenheit der Hautoberfläche abhängig ist. Auch die Lichtgewöhnung vermindert die Reflexion. Positiv ausgedrückt: von pigmentierter und von lichtgewöhnter Haut werden prozentual mehr Strahlen des sichtbaren Spektrums absorbiert als von nichtpigmentierter und lichtentwöhnter Haut. Das Maximum der Reflexion lag mit 99 % bei Rotorange, das Minimum mit 93,4 % bei Violett. Für Ultrarot und Ultraviolett sind die Verhältnisse noch nicht genau untersucht worden.

Was die Art der Reflexion betrifft, so erwähnt auch Guthmann, daß sie an der rauhen Hautoberfläche diffus sein muß, in ganz ähnlicher Weise wie die Strahlung z. B. beim Auftreffen auf eine Gipsplatte diffus zerstreut reflektiert wird. Die ganzen Verhältnisse hat Guthmann auch bildlich dargestellt. Er brauchte nur den Strahlengang sichtbar zu machen, am einfachsten dadurch, daß er eine fein suspensiongetrübte Flüssigkeit benützte, die verschiedenen Arten der Reflexion erzeugte und fotographierte.

Ganz ähnlich sind auch die Verhältnisse, wenn man die Haut, den Handrücken, als Auftreffebene benutzt. Man sieht dann ebenfalls eine diffuse Reflexion mit einer Andeutung einer maximalen Reflexionsrichtung. Besonders deutlich wird diese dann erkenntlich, wenn die Helligkeit der Strahlen verstärkt wird, was durch Näherbringen der Handfläche an die Lichtquelle möglich ist. Zu diesen Detailmessungen verwendete G. als Strahlenquellen die Solluxlampe und die Quarzquecksilberdampflampe, die vor allen anderen Strahlern den Vorzug der Konstanz haben. Er stellte für seine Lichtmessungen folgende vier Grundsätze auf:

1. Der Strahler muß sich konstant halten und stets in unveränderter Weise wieder betrieben werden.

2. Die spektrale Zusammensetzung der Strahlung bei Verminderung der Helligkeit darf nicht beeinflußt werden.

3. Die sehr große Lichtstärke besitzenden Lichtquellen erfordern eine genügende Helligkeit auch für die Versuche.

4. Die spektrale Energieverteilung muß bekannt bezw. bestimmt sein, sodaß eine entsprechende Anpassung und Auswahl stattfinden kann.

Wegen der unbedingt nötigen Konstanz schieden alle offenen Lichstrahler (Metall- und Hohlbogenlicht) aus, obwohl die Qualität des von ihnen emittierten Lichtes infolge seiner umfassenden spektralen Zusammensetzung sonst außerordentlich günstig gewesen wäre. Die Anwendung von Sonnenlicht war aus gleichem Grunde ausgeschlossen. Auf die weitere Ausführung der umfangreichen Meßmethoden und Resultate, die besonders die Verhältnisse des sichtbaren Spektrums aufklären, muß auf das Werk H. Guthmanns: „Physikalische Grundlagen der Lichttherapie 1927“ verwiesen werden.

Chemisch betrachtet, sind die Lichtwirkungen sehr vielseitig. Es erscheint am zweckmäßigsten die chemischen Lichtreaktionen (n. Pinc.) in solche zu trennen, die durch Lichtstrahlen, ohne Mitwirkung weiterer Substanzen vor sich gehen und andererseits in solche, durch die die chemische Veränderung unter Mitwirkung besonders gearteter Stoffe, die man als Katalysatoren oder Sensibilisatoren bezeichnen mag, bedingt ist.

In der ersten Gruppe ist (n. Pinc.) wiederum eine Verteilung zweckmäßig in solche Prozesse, die ohne Veränderung der Bruttoformel vor sich gehen, sodann in diejenigen, die durch Oxydations- bezw. Reduktionswirkung charakterisiert sind; ihnen schließen sich die durch Licht bedingten Photolysen und Synthesen an, und endlich in solche, welche aus mehreren der genannten chemischen Grundwirkungen kombiniert sind. Die chemischen Umsetzungen die unter Gleichbleiben der Bruttozusammensetzung verlaufen, sind bekanntlich abermals zu trennen in Isomerisationen, also gleiche Bruttoformel bei gleichbleibenden Molekulargewicht und Polymerisationen, bei denen die prozentuale Zusammensetzung der Atome zwar die gleiche bleibt, das Molekulargewicht der neuen Verbindung aber ein Vielfaches des ursprünglichen beträgt. Unter den Isomerisationen kann man wiederum zwei Gruppen unterscheiden, wenn auch diese Einteilung nicht rein chemisch,

sondern physikalisch-chemisch bedingt ist. Isomerisationen können nämlich entweder umkehrbar sein — Reaktionen, die man nach dem Vorgange von Markwald unter den Begriff Phototropie zusammenfaßt — oder sie können nur in einer Richtung verlaufen, Isomerisationen im engeren Sinne.

Von den Photoisomerisationen im engeren Sinne ist zunächst eine Gruppe abzutrennen, die eine Veränderung einiger Elemente sowie einfacher organischer Körper betrifft, über deren Charakter Genaueres noch nicht bekannt ist. Sie werden von einer Seite als Isomerisationen, von der anderen als Polymerisationen bezeichnet, ohne daß bisher klare Beweise nach der einen oder anderen Richtung vorlägen. Hierzu gehört die bekannte Erscheinung, daß der gelbe Phosphor mit dem Schmelzpunkt 440° sich unter dem Einflusse des Sonnenlichtes in die rote Modifikation verwandelt; es findet eine Erhöhung des Schmelzpunktes statt, die Löslichkeit in Schwelkohlenstoff schwindet und die Leitfähigkeit ist vermehrt; weiter erleiden analoge Veränderungen im Lichte der monokline Schwefel, ferner gelbes Arsen in die amorphe, schwarze Modifikation u.s.w. Diesen unter dem Sammelbegriff Allotropie zusammenfassenden Veränderungen stehen solche an einer Reihe organischer Substanzen gegenüber, bei denen es sich um wohldefinierte Körper handelt.

Eine ganze Reihe von Stoffen wird durch Licht polymerisiert. Wohl die bekannteste Reaktion ist die Polymerisation des Sauerstoffes O_2 zu O_3 (Ozon), die auch als Oxydation aufgefaßt werden kann.

Die Photooxydationen nehmen unter den Lichtwirkungen einen weiten Raum ein. Unter diesen, die, durch oxydierende Agenzien entstehen, ist in erster Linie die Oxydation des Sauerstoffes hervorzuheben. Diese kann theoretisch auf 3 verschiedene Wege erfolgen. 1. Durch die freien Sauerstoffionen selbst, 2. durch das Ozon, und 3. durch das Wasserstoffsuperoxyd, das hier als Oxydationsprodukt des Wassers aufzufassen ist. Alle drei Arten kommen vielfach vor, wenn es auch scheint, daß bei den biochemischen Prozessen die Oxydation durch H_2O_2 die größte Rolle spielt. Wahrscheinlich handelt es sich zunächt um eine Oxydation zur höheren Stufe, von der aus dann der Sauerstoff seine oxydierende Fähigkeit energischer zur Geltung bringen kann. Der Übergang des Sauerstoffes in Ozon erfolgt fast ausschließlich im Lichte durch die ultravioletten Strahlen. Auch hier findet man

wieder eine Ähnlichkeit mit der Wirkung der sog. dunklen elektrischen Entladung, die ebenfalls die Bildung von Ozon aus Sauerstoff in leichter Weise bewirkt. Zu den durch Licht bewirkten Oxydationen, gehört die Bildung von Wasser aus Knallgas, einem molekularen Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff, die Bildung der Kohlensäure aus CO und O, die von SO_3, SO_2 und O HC_1 aus H und C_1, Reaktionen, die wenigstens teilweise umkehrbar sind. Durch Licht werden ferner die Oxydationen mancher Elemente, wie Blei, Arsen, Antimon in gewissem Maße beschleunigt. Eine weitere bekannte Oxydationswirkung ist die Zersetzung von Chlorwasserstoff durch Sauerstoff im Lichte zu Wasser und Chlor. (Deacon-Prozeß).

Die chemische Lichtwirkung ist auch in die Tiefe verfolgt worden. Nach Raczynski setzen besonnte Versuchstiere mehr Kalk, Phosphor, dagegen weniger Chlor an als unbesonnte. Nach Hertel verliert bestrahltes Blut die beiden Absorptionsstreifen des Oxyhaemoglobins und Quinke fand, daß besonnte, tierische Gewebszellen mehr Sauerstoff aufnehmen; es war ihm aufgefallen, daß bei Eröffnung von Abszessen mitergossenes hellrotes Blut rasch venöse Farbe annimmt. Nach dem Grotthus-Traper'schen Gesetz kann aber Licht nur da chemisch wirken, wo es absorbiert wird. Hertel erbrachte den Beweis, daß der Lichtreiz ganz allgemein auf die lebende Zelle zu wirken imstande ist, wenn nur die Lichtstrahlen von dieser Zelle absorbiert werden. Für die kurzwelligen ultravioletten Strahlen ist nun die Absorption seitens des Plasma eine sehr große und darum ihre Wirksamkeit schon bei geringer Intensität eine sehr deutliche. Mit zunehmender Wellenlänge der Strahlen, ist aber eine umso höhere Intensität zur Erzielung der Wirkung nötig, weil die Absorption des Lichtes durch das Plasma bei zunehmender Wellenlänge stark abnimmt. Eine deutlich begünstigende Wirkung übt das Licht auf die Aufnahme von Sauerstoff seitens verschiedener höherer Kohlenwasserstoffe aus, während viele andere sich ganz refraktär verhalten. Die Intensität des Lichtes, welche zur Durchführung der Kohlensäure-Assimilation bei den Pflanzen nötig ist, liegt je nach den Beleuchtungsverhältnissen der Standorte verschieden hoch. In Bezug auf die Wellenlänge des Lichtes, die bei der Kohlensäureassimilation den Ausschlag geben, steht soviel fest, daß z. B. bei den grünen Pflanzen nur die für unser Auge sichtbaren Strahlen in Betracht kommen und zwar der rotgelbe Spektralteil (Wellenlänge 685—655 $\mu\mu$).

Neueren Forschungen ist mit Sicherheit zu entnehmen, daß Licht auch auf Kolloidbildung und Kolloidverschiebung charakteristische Wirkungen ausübt. So soll es, hauptsächlich durch das sichtbare Spektrum, die Diffussion in den Kolloiden beschleunigen, d. h. die kolloide Membran die unsere Zellen einhüllt, permeabler machen.

Sehr interessant sind die Blutversuche von V. Schlöpfer. Er weist nach, daß das Blut bei Belichtung Lichtenenergie aufnimmt, die es im Dunklen wieder an die photographische Platte abzugeben vermag (Photoaktivität). Über die Art und Weise wie der Chemismus des Blutes und der Gewebszellen durch Resorption der Lichtstrahlen beeinflußt wird, äußert sich Diesing. Nach seiner Meinung spielt sich die Resorption speziell ab: 1. In den Hautpigmenten, Melanin und Haemosiderin und 2. den Farbstoffen des Blutes, Serum und Haemoglobin. Es soll sich gleichsam um eine Ladung des Blutes und der Gewebe mit Lichtenergien handeln, durch welche das Eisen und der Schwefel im Blute befähigt werden, den Geweben reichlich Sauerstoff zuzuführen und deren physiologische und pathologische Prozesse zu beeinflussen.

Den Eisensalzen kommt bei den Lichtreaktionen eine sehr erhebliche Wirkung zu. Diese beschränken sich nicht auf die Oxydation, sondern eine Anzahl der verschiedenartigsten Umsetzungen wird durch Eisensalze in erheblichem Maase beschleunigt, teilweise so sehr, daß Reaktionen, die ohne Zusatz dieser Salze langsam verlaufen, in wenigen Minuten vor sich gehen können. Mit Recht weist Neuberg wegen dieser Eigenschaft auf die hohe biologische Bedeutung hin. Wenn wir berücksichtigen, daß besonders Eisenverbindungen in allen pflanzlichen und tierischen Individuen ubiquär sind, berechtigen uns die Versuche, die mit solchen Mineralstoffen gemacht wurden, zu großer Hoffnung für die Erklärung der Lichtwirkung auf die Lebewesen. Daß auch die Eisentherapie dadurch eine gewisse exakte Grundlage hat, ist wohl nicht von der Hand zu weisen. Wahrscheinlich sind auch die therapeutischen Wirkungen der Eisenwässer zum Teil wenigstens durch die Katalysierung der Lichtwirkung bedingt.

Außerordentlich vielseitig sind auch die Photolysen, die durch das Licht ausgelösten Spaltungen. In vielen Fällen stellen sie sich einfach als Umkehrungen der im Lichte vor sich gehenden Synthesen dar und es handelt sich um ein Gleichgewicht, das durch verschiedene Agenzien nach der einen oder anderen Richtung ver-

schoben wird. Die Wasserspaltung im ultravioletten Lichte geht offenbar nicht einfach umgekehrt wie die Synthese aus dem Knallgasgemisch vor sich, sondern es wird sehr wahrscheinlich Wasserstoffsuperoxyd als Zwischenprodukt gebildet. (Kernbaum): die Reaktion erfolgt also nach dem Schema:

$$2H_2O \longrightarrow H_2O_2 + H_2.$$

Diese Reaktion ist aus verschiedenen Gründen von biologischer Bedeutung. Nach Ansicht von Pinc., Bernhard u. a. könnte sie z. B. desinfizierende Wirkung des Lichtes erklären und dürfte überhaupt überall da eine Rolle spielen, wo Reaktionen in wässeriger Lösung vor sich gehen. Immerhin ist das Ausmaß dieser Zersetzung auch im ultravioletten Lichte ein sehr geringes.

Physikalisch-chemisch beobachtet man bei den photochemischen Reaktionen ganz bestimmte Unterschiede. Die photochemischen Lichtwirkungen äußern sich analog den anderen chemischen Reaktionen, in Gleichgewichtsverschiebungen. Während die Reaktionen, die unter Lichtaufnahme ein stabiles System in ein labiles verwandeln, wohl fast ausschließlich auf direkten Einfluß der Lichtenergie selbst zurückzuführen sind, liegt es bei den Prozessen, bei denen ein labiles System durch Lichtenergie in ein stabiles übergeht, anders. In diesen Fällen kann es sich zwar auch um eine einfache direkte Lichtwirkung handeln, in vielen Fällen jedoch dürfte ein komplexer Vorgang hier stattfinden.

Das Licht schafft erst Verhältnisse, aus denen dann eine weitere Reaktion resultiert; unter seiner Wirkung bildet sich ein Katalysator, der nun die weitere Reaktion beherrscht. Bei den wahren Lichtreaktionen dürfte es sich stets um eine primäre energiespeichernde und eine sekundäre energieliefernde Reaktion handeln. Ueberwiegt letztere, so erfolgt der Gesamtprozeß arbeitsleistend, herrscht die erstere vor, so ist der Gesamtprozeß arbeitsspeichernd.

Von den endoenergetischen photochemischen Reaktionen, die völlig reversibel sind, ist die einfachste wohl die Ozonbildung aus Sauerstoff unter dem Einflusse des ultravioletten Lichtes. Der durch Licht in Ozon übergeführte Sauerstoff erscheint im Dunkeln quantitativ wieder, ein Prozeß, der beliebig oft repertiert werden kann (Phototropie). Da bei der Ozonbildung aus Sauerstoff eine Volumenverkleinerung, bei der umgekehrten Reaktion eine Volumenvergrößerung stattfindet, kann man (nach Pinc. und

Hausm.) bei Benützung eines geschlossenen Gefäßes den Vorgang auch mechanisch sichtbar machen. Wie bei allen diesen Reaktionen, wird auch hier die Einstellung des Gleichgewichtes durch zwei entgegenlaufende Reaktionen bedingt; während das ultraviolette Licht die Ozonsynthese bewirkt, findet zu gleicher Zeit die entgegengesetzte Wirkung statt, sodaß der Prozeß nur bis zu einem bestimmten Umfang vor sich geht, der aber bei fortdauernder Belichtung bis zu einer erheblichen Ozonbildung fortschreitet. Analog verlaufen andere Prozesse, deren Zahl sehr groß ist.

Die physikalischen und chemischen Grundlagen, die im Vorhergehenden besprochen worden sind, lassen keinen Zweifel darüber, daß gerade diese Zweige, hinsichtlich der biologischen Forschung eifrigster Pflege bedürfen; ihr Studium ermöglicht uns erst einen tieferen Einblick in die Lichtbiologie, über deren vielseitige Reaktionen wir auch heute noch unvollkommen unterrichtet sind.

Die Schlußfolgerung der im Vorhergehenden geschilderten physikalisch-chemischen Grundlagen auf die biologischen Verhältnisse ist nicht sehr leicht. Zwar ist das Material, das aus den verschiedensten Gebieten der Biologie geschöpft ist, sehr reichhaltig, doch fehlt meistenteils noch das zusammenhängende Verständnis. Zur Erkenntnis der Lichtwirkungen auf die Biologie, muß deshalb das ganze Naturreich herangezogen werden.

Nirgends macht sich der Lichteinfluß auf das Gedeihen und die Lebensfunktionen in so beträchtlicher und zugleich anschaulicher Weise geltend, wie in der Botanik. Erklärlicherweise sind ja bei der Wichtigkeit, die dem Lichte offenbar für das Pflanzenleben zukommt, viele Untersuchungen vorhanden. Wir besitzen eine viel genauere Einsicht in die Art der biologischen Verwertung der zustrahlenden Lichtenergie beim pflanzlichen als beim tierischen Organismus.

Viele Studien beschäftigen sich mit der Lichtwirkung auf die Mikroorganismen, erklärlich einerseits durch die leichte Beschaffung des Untersuchungsmaterials, andererseits wohl auch dadurch, daß dem Lichte von jeher ein desinfizierender Einfluß zugeschrieben wurde, der die Bakteriologen aus diesem Grunde zu näheren Forschungen veranlaßte. Sehr ungenügend ist die bisherige Kenntnis der Lichtwirkung auf höhere Tiere; erst seit der therapeuthischen Verwendung der Strahlenwirkung gelangte man

zu Ergebnissen, die aber noch wenig bieten, zum Teil noch sich widersprechen, abgesehen vielleicht vom Studium der Lichtwirkung auf die Haut, das histologisch sehr genaue Resultate ergeben hat.

Die Ernährung und Entwicklung des Pflanzenkörpers hängt am meisten vom Lichte ab. Ihre Nahrung und speziell ihre organischen Substanzen nimmt die Pflanze zum Teil aus der Luft; so z. B. mit Hilfe des Lichtes Kohlensäure, welche von dem grünen Farbstoff, dem Chlorophyll — dieses ist wie das Haemoglobin an die roten Blutkörperchen, so an die Cheomatophoren oder Chloreplasten, der Pflanzenzellen gebunden — unter Ausscheidung eines gleichen Volumens Sauerstoff zu Kohlenhydrate umgesetzt wird. Aber nicht nur die Funktion, sondern auch die Genese des Chlorophylls ist abhängig vom Lichte. Die Tatsache, daß die Pflanzen nur im Lichte ihr Chlorphyll bilden, gilt als Gesetz; selbstverständlich nur in Gegenwart bestimmter anorganischer Nährsalze.

Bei der Kohlensäureassimilation bildet sich u. a. Kohlehydraten auch Zucker. Die Behauptung mancher Pflanzenbiologen, daß dieselbe Pflanzenart im Hochgebirge infolge der dort herrschenden größeren Lichtintensität mehr Honig ausscheide, als im lichtärmeren Tieflande, leuchtet theoretisch ein, ist aber noch nicht durch genaue Messungen festgestellt worden.

Neben der Kohlensäureassimilation vollzieht sich unter dem Lichteinflusse bei den Pflanzen auch eine Stickstoffassimilation. Im Gegensatz zur Kohlensäureassimilation wirken hier nicht die sichtbaren langwelligen roten Spektralstrahlen, sondern die kurzwelligen violetten und außerdem noch die ultravioletten Strahlen. Bekanntlich nehmen die grünen Pflanzen den ihnen unentbehrlichen Stickstoff nicht direkt aus der Luft, sondern in Form von salpetersauren Salzen aus dem Boden. Unter dem Einflusse des Lichtes findet die für das Pflanzenleben notwendige Reduktion des Stickstoffes statt. Die Nitratreduktion und die Kohlensäureassimilation sind also zwei durch die Lichtenergie unterhaltene Prozesse.

Des weiteren spielt die Permeabilität eine große Rolle. Die plasmatische Hautschicht, die das Plasma mit Zellkern und Zellsaft umgibt, und wohl für Wasser, aber nicht für in demselben gelöste größere Mengen von Salzen durchlässig ist, kann unter Lichteinfluß permeabl werden. So hat Trendl nachgewiesen, daß die Zellen verdunkelter Blätter, die z. B. für Kalisalpeter, Koch-

salz und Traubenzucker sonst undurchlässig sind, diese Verbindungen durch ihre Hautschicht treten lassen, sobald sie belichtet werden. Die Permeabilität wird innerhalb gewisser Grenzen umso größer, je höher die Lichtintensität ist und je länger sie auf die Zellen gewirkt haben. Deshalb wird zwischen belichteten Zellen ein regerer Stoffwechsel stattfinden.

Aber auch das Wachstum, wie Blüten- und Früchtebildung hängt vom Lichteinflusse ab; während Atmung der Pflanzen durch Licht nicht beeinflußt wird. Eine im Dunkeln aufgezogene Pflanze zeigt charakteristische Symptome. Erstens wird sie nicht recht grün, zweitens gestaltet sich die Form ganz anders, als die der Lichtpflanze. Man findet gesteigertes Längenwachstum, schmächtigen, dünnen Stengel und im Verhältnis zur Länge des Stengels erscheinen die Blätter meist klein; nur die Wurzeln zeigen keine Reaktion; diese Erscheinung bezeichnet man als Etiolement (Aufschießen ins Dünne). Derartige Pflanzen zum Lichte gebracht, sistieren bald ihr anormales Längenwachstum und nach relativ langer Zeit erst, ist ein erneuter Wachstumsfortschritt zu verzeichnen. Schattengewächse fallen durch langgezogenes Wachstum auf, das der gleichen Art im Lichte jedoch fehlt. Somit fördert Dunkel zwar das Längenwachstum, während Licht zum besseren Gedeihen der Pflanzen eine zurückhaltende Wirkung ausübt.

Die Pflanzen wachsen dem Lichte entgegen, zeigen in gewissen Teilen eine Orientierungsbewegung zum Lichte, sogen. Heliotropismus, der deshalb, da die Blüten, Blätter und Stengel dem Lichte zustreben, als positiver Heliotropismus bezeichnet wird, im Gegensatz zu den Wurzeln, die durch ihre Neigung zur Lichtabwendung den negativen Heliotropismus zum Ausdruck bringen.

Den Ausführungen Pincussens zufolge treten ähnliche Erscheinungen auch bei den Menschen auf, wenn sie das Licht entbehren müssen. Abgesehen davon, daß die Rassen in sonnigeren Klimaten im allgemeinen kleiner und gedrungener sind, und daß, je weiter man zum Pol hinschreitet, der Wuchs größer und schlanker wird — mit Ausnahme der Polargegenden, deren Lichtverhältnisse ganz eigenartige sind — sieht man häufig solche „etiolierte“ Menschen schon deutlich unterschieden von anderen der gleichen Rasse. Während (nach Pincussen) die Landbevölkerung frei und gedrungen ist, sind die Städter besonders

in den großen Zentren, und hier in erster Linie unter der ärmeren Bevölkerung, die das Licht in hohem Maße entbehren muß, dünn und schmächtig, analog etiolierten Pflanzen. Man könnte also sagen, daß das Licht einen retardierenden Einfluß auf das Längenwachstum ausübt, während es das Dickenwachstum fördert.

Der formative Einfluß des Lichtes wird im wesentlichen durch die in ihm enhaltenen blauen violetten Strahlen bedingt: rotes Licht entspricht der Dunkelheit und zeigt ähnliche Reaktionen wie beim Etiolement. Blaues Licht scheint dagegen günstiger als rotes zu wirken.

Bei all den eben besprochenen Lichtreaktionen auf die Pflanzen sehen wir, daß die Energieauslösung durch das Licht stets der vorhandenen Reizmenge entspricht. Wo es sich um Assimilationsvorgänge, um die Umsetzung chemischer Substanzen, der Kohlensäure- und Stickstoffreduktion handelt, produziert die Pflanze aus einer bestimmten Menge Rohmaterial bei einer bestimmten Zufuhr von Lichtenergie ein denselben genau entsprechendes Quantum von Assimilation. Ebenso ist festgestellt, daß auch bei den phototropischen Bewegungen die Stärke der Reizmenge entspricht.

Im Gegensatz zu den gut studierten Verhältnissen bei den Pflanzen sind, wie schon erwähnt, die Beziehungen des Lichtes zur Entwicklung der kleinsten Lebewesen wenig untersucht. Von größter praktischer Wichtigkeit ist wohl die stark im Vordergrund stehende bakterizide Wirkung der Lichtstrahlen. Die ersten fundamentalen Versuche in dieser Hinsicht haben schon Downes und Blunt in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts gemacht. Sie wiesen nach, daß Kulturen von Mikroben, die längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt waren, steril blieben, während im Dunkel gehaltene Kulturen gediehen und sich fortpflanzten. Die hauptsächlichste Wirkung schrieben sie den violetten und ultravioletten Strahlen zu. Durch die Untersuchungen von Buchner und Finsen steht jedoch einwandfrei fest, daß die Lichtstrahlen im allgemeinen stark bakterizid sind. Dieudonné wies nach, daß die bakterizide Kraft der Lichstrahlen ohne die ultravioletten Strahlen um etwa nur ein Drittel geringer ist. Weiter steht fest, daß diese bakterizide Wirkung nur oberflächlich, oder doch nur in geringer Tiefe zur Geltung kommt. Die grünen Strahlen wirken auf die Bakterien hemmend, die blauen violetten

und namentlich die ultravioletten sehr stark tötend, der Einfluß spielt nach Dieudonné dabei keine besondere Rolle. Er konstatierte auch, daß es sich dabei nicht um eine sekundäre Wirkung, durch Veränderung des Nährbodens, sondern um eine Schädigung des Protoplasmas selbst handelt.

Untersuchungen von Marshall Ward, der die einzelnen Spektralteile auf ihr bakterizides Vermögen prüfte, und zwar unter Verwendung von Reinkulturen, ergaben, daß nach 5stündiger Einwirkung der Sonne und nach 12 stündiger Einwirkung einer starken elektrischen Kohlenbogenlampe die Kulturen in den Bezirken der längerwelligen Strahlen (auf Spektralband), also im ultraroten, roten, orangefarbenen und gelben Licht in normaler Weise zur Entwicklung gelangten, während unter Einfluß der grünen, blauen, violetten und ultravioletten Spektralpartien keine Bakterienentwiklung stattfand, die Kulturen also steril blieben. Wir sehen also hier wieder den Widerspruch, demzufolge Dieudonné's Ansicht, daß die nur um ein Drittel geringere bakterizide Wirkung der Wärmestrahlung gegenüber den U.V.-Strahlen durch Marshall Ward's Theorie widerlegt wird, während Finsen und Buchner dem allgemeinen Lichte bakterizide Eigenschaften zusprechen.

Es wurde schon erwähnt, daß die schädigende Wirkung des Lichtes hinsichtlich seiner einzelnen Spektralgebiete festgestellt ist. Es scheint aber sicher zu sein, daß diese Wirkung nicht in gleicher Weise vor sich geht. Bie, der Schüler Finsen's hat als sehr wesentlichen Unterschied feststellen können, daß die U.V.-Strahlen ihre bakterizide Wirkung auch beim Fehlen des Sauerstoffes ausüben, daß jedoch die sichtbaren Strahlen nur bei Sauerstoffgegenwart wirken können und zwar ist hierbei die Gegenwart des Sauerstoffes abhängig von der Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Die Frage der direkten oder indirekten Bakterizidie ist immer wieder diskutiert worden. Jorissen und Richardson haben sehr wichtige Befunde veröffentlicht, nach denen sich in, organische Materialien enthaltenden Flüssigkeiten, Wasserstoffsuperoxyd bildet; somit wäre das H_2O_2 als das maßgebende Zwischenprodukt bei der bakteriziden Wirkung anzusehen. Die eben zitierte Angabe von Bie spricht für die sichtbaren Strahlen zugunsten dieser Hypothese, denkbar wäre ja auch, daß der Verlauf in sichtbarem sowohl wie im ultravoiletten Lichte ein anderer ist. Dreyer hat dann gezeigt, daß in Bakterien-Kulturen, die durch Licht mittlerer Intensität, das zur Ab-

tötung nicht genügte, bestrahlt waren, auch die Nachkommenschaft stark geschädigt wird; sie ist schwächlich, verkrüppelt und teilweise auch fortpflanzungsunfähig geworden. Diese Schwächung der Virulenz kann soweit gehen, daß die besonnten Bakterien zur Vaccinotherapie herangezogen werden können. Selbst in trübem Wasser, wo die Lichtstärke durch Absorption viel verliert, kann das Licht noch bakterizid wirken. So hat Provacini mit Proben von Neapels Kloakenwasser, von denen er die eine Hälfte in Papier wickelte, gefunden, daß die Bakterien in den bedeckten Gläsern ständig an Zahl zunahmen, während die in den belichteten Gläsern abnahmen und nach 2 Stunden zum größten Teil, nach 6 Stunden gänzlich getötet waren.

Diese Versuche führten dann auch zur Wassersterilisation durch ultraviolettes Licht. Man benützt dazu eine Quecksilberquarzlampe in verschiedenen Systemen (Über- und Unterwasserbrenner). Bezüglich der Desinfektion und chemischen Qualität des bestrahlten Wassers sind innerhalb kürzester Zeit vorzügliche Resultate erzielt worden (bis 775 000 Bakt. in 1 ccm wurden getötet! nach Bernhard).

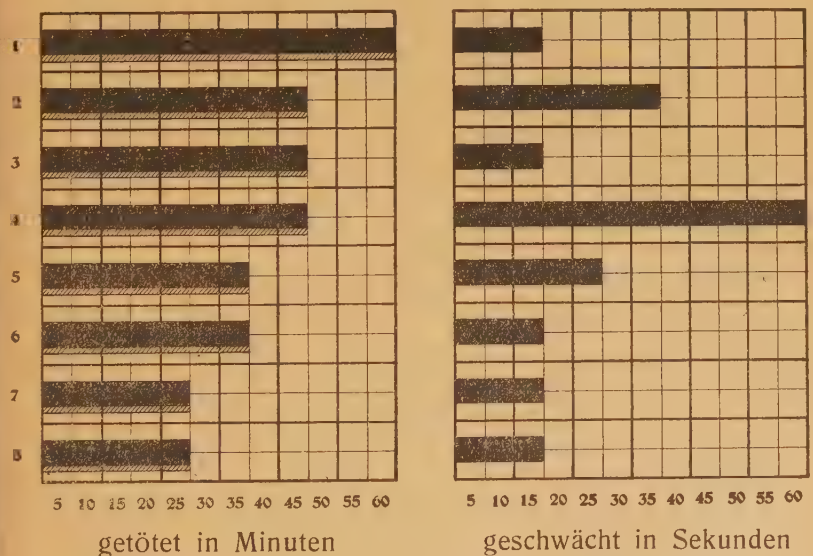
Alle bisher bekannten Mikroorganismen werden vom Lichte angegriffen, deshalb fliehen sie das Licht (negativen Pototaxis). Nur einige nichtpathogene Bakterien zeigen sich anders, z. B., ist das Bac. photometr. Engelmanni sogar lichtlebend, es häuft sich an bestrahlten Stellen an und zeigt im Hellem lebhafte Bewegung (positive Phototaxis). Wird die Intensität des Lichtes plötzlich verändert und gelangt eine sich bewegende Zelle an eine scharfe Lichtgrenze, so tritt bei manchen Bakterien oder einzelligen Wesen eine Schreckreaktion ein, die sich in umgekehrtem Sinne der Bewegung äußert. Lichtempfindliche Bakterien befinden sich auf diese Weise in einem hellen Flecke wie in einer Falle, da sie vor der Grenze zur Dunkelheit jeweils zurückprallen (Phobotaxis).

Das Protoplasma der verschiedenen Bakterien ist in sehr verschiedenem Grade lichtempfindlich. Die einen werden früher getötet als die anderen und auch die Zeit, die das Licht braucht, um eine bestimmte Bakterienart zu töten, steht in keinem konstanten Verhältnis zu der Zeit, die die gleiche Art in ihrer Virulenz hemmt wie folgende Tabellen von Larsen zeigen:

Tabelle I.

1. B. typh. mur.	getötet	in	60	Min.	geschwächt	in	15	Sek.
2. B. coli com.	„	„	45	„	„	„	35	„
3. B. typh.	„	„	45	„	„	„	15	„
4. Staph. pyog. cit.	„	„	45	„	„	„	60	„
5. Staph. pyog. alb.	„	„	35	„	„	„	25	„
6. Staph. pyog. aur.	„	„	35	„	„	„	15	„
7. B. pyocyaneus	„	„	25	„	„	„	15	„
8. B. Cyanogenus	„	„	25	„	„	„	15	„

Tabelle II.



getötet in Minuten — geschwächt in Sekunden

Die genannten Lichtwirkungen auf die Kleinlebewesen haben, da sie zur Reinigung der Luft, der Erdoberfläche und des Wassers so viel beitragen, eine große hygienische Bedeutung.

Auch an Protozoen ist die abtötende Lichtwirkung bewiesen. So hat man bei Tieren, die an Protozoeninfektion erkrankt waren z. B. an Trypanosemen, die bekanntlich beim Menschen die Schlafkrankheit verursachen, durch Belichtung nach vorhergehen-

der Injektion von Eosin in die Gewebe und das Blut, die Krankheit in den Anfangsstadien kupieren können. Durch Experimente an tierischen Zellen (Froscheiern) ist ferner bewiesen worden, daß besonders das schnellwachsende und das sichteilende Ei durch starke Sonnenbelichtung bezw. ultraviolette Strahlung getötet werden können. Diese Wirkung erstreckt sich auch auf die krankhaften, geschwulstmäßig wachsenden Zellen der Granulationen, Tuberkel und Epitheliome.

Im Hinblick auf die oben gezeigten Tabellen von Larsen, darf jedoch nicht vergessen werden, daß die Beeinflussung von Keimen innerhalb des Körpers ganz anderen Umständen zugrunde liegt, als dem Versuche. Es muß die Wirkungsgeschwindigkeit und Tiefenwirkung des Lichtes berücksichtigt werden. Die Frage, wieweit die bacterizide Kraft des Lichtes in die Tiefe wirkt, wird ein Objekt der weiteren Forschung bilden.

Beim Menschen und höheren Tieren ist die Lichtwirkung auf die Körperoberfläche und die oberflächlichen Körperschichten mit Ausnahme des Sehprozesses die einzige direkte Lichtwirkung, da die Penetrationskraft des Lichtes im gewöhnlichen Sinne im Vergleich zu der der Röntgenstrahlen eine relativ geringe ist. Es ist, wie schon bemerkt, daran festzuhalten, daß die langwelligen Lichtstrahlen eine größere Penetrationskraft besitzen als die kurzwelligen.

Zur Wirkung des Lichtes auf die Körperoberfläche von Mensch und Tier müssen zunächst die verschiedenen Lichtkomponenten ins Auge gefaßt werden. Die Wärmestrahlung erzeugt bekanntlich bei Einwirkung auf die Haut eine mehr oder weniger starke, schon nach kurzer Zeit auftretende aktive Hyperämie, die meist innerhalb einer Stunde wieder verschwindet. Die weitgehende Durchlässigkeit der Menschenhaut für rote Strahlen ist relativ groß und kann leicht dadurch festgestellt werden, daß man mit geschlossenen Augenlidern auf eine starke Lichtquelle blickt, wodurch das Rot der Augenlider deutlich wahrgenommen werden kann. Desgleichen stellt man fest bei der Durchleuchtung von Hydrocelen und bei der Diaphanoskopie der Nasennebenhöhlen vom Munde aus. Finsen bewies, daß ein durch ein komprimiertes Ohrläppchen des Menschen emittierter Lichtstrahl noch spektral analysiert werden kann.

1919 untersuchte Glitscher mit einem homogenen Stück Schweinsblase, die annähernd der menschlichen Haut entspricht,

die Penetrationskraft der sichtbaren Lichtstrahlen mit folgendem Resultate:

Filter	Wellenlänge in $\mu\mu$ bei der das Intensitätsmaximum liegt.	Absorptionskoeff. in mm	Halbwertschicht in μ
Blau	450	10,8	64,4
Grün	520	10,1	68,5
Orange	620	9,5	72,9
Rot	650	9,0	77,1

Glitscher hat bei seinen Untersuchungen nicht die Coeffizienten der reinen Absorption, sondern die Schwächung des Lichtes in der Haut, d. h. Absorption und Zerstreuung gemessen.

Ueber die Penetrationsfähigkeit der leuchtenden Wärmestrahlung veröffentlicht C. Sonne, 1921 sehr interessante Untersuchungen. Er stellte fest, daß die dunklen Wärmestrahlen bereits von der Hautoberfläche absorbiert und dort in Wärme transformiert werden, während die leuchtenden Strahlen bedeutend weiter in das Gewebe dringen, um erst in den tieferen Schichten vom Blute absorbiert zu werden. Somit können die in Wärme transformierten leuchtenden Strahlen nicht auf die Rezeptionsorgane der Haut, — die auf Schmerz und Wärme reagierenden Nervenverästelungen — einwirken und deshalb vermag die Haut nach Sonne's Erfahrungen größere Mengen sichtbarer als dunkler (infra-) Wärmestrahlen zu ertragen. Weiter stellte er mit dem Thermoelement fest, daß bei Bestrahlung mit infra-roten Strahlen die Temperatur von 45,5° C. an der Hautoberfläche gegen das Körperinnere zu absinkt um in einer Tiefe von 1 cm 37° zu erreichen. Bei Behandlung mit sichtbaren Strahlen konnte er einen Anstieg der Temperatur von der Oberfläche nach der Tiefe messen; z. B. wurde bei einer Oberflächentemp. von 43,8° C. in 0,5 cm Tiefe das Maximum von 47,5° C. erreicht. Demnach vermag man bei der Behandlung mit leuchtenden Wärmestrahlen (Solluxlampe) das Blut in und unmittelbar unter der

Haut um mehrere Grade Wärme zu erhöhen als bei Anwendung von dunklen Strahlen (z. B. Ofen, heiße Aufschläge) und einen großen Teil des Gesamtblutes auf eine Temperatur zu bringen, die bei den höchst beobachteten Fiebertemperaturen nie erreicht wird. Nach S.'Ansicht, wird durch diese Art der Bluterwärmung wohl der excidierende Einfluß des Fiebers mit Steigerung der Oxydations- und Immunisationsvorgänge, allerdings ohne die schädigenden Nebenwirkungen derselben, hervorgerufen; denn zu einer Steigerung der Körpertemperatur kommt es infolge der Ausstrahlung und der gleichzeitig einsetzenden Regulationsvorrichtungen des Organismus (Schweißausbruch, Verdunstung etc.) nicht. Ja, die Rektaltemperaturen können nach einem Sonnenbade noch niedriger sein als zuvor. Zu erwähnen ist auch, daß Kisch darauf hinweist, daß die dunkle Wärmestrahlung bei längerer Einwirkung und genügender Intensität befähigt ist, eine schöne dunkelbraunrote Pigmentation zu erzeugen.

Die Möglichkeit einer Erklärung über die Wirkungsweise der Lichtstrahlen auf einen kranken Körper oder ein erkranktes Organ wird erst durch die Molekularpathologie verständlicher, seit dem Zeitpunkte, da man nicht mehr nach der Virchow'schen Theorie die Zelle als die letzte Einheit aller normalen Gewebsfunktionen und krankhaften Veränderungen betrachtete, sondern erkannte, daß Colloide das atomische Gleichgewicht der verschiedenen Zellbestandteile herstellen.

Schade-Kiel[1]) stellte fest, daß die physikalisch-chemischen Störungen im entzündeten Gewebe folgender Art sind:

1. Der osmotische Druck ist bis zum Mehrfachen des Normalen, oft bis zum 11fachen gesteigert (osmotische Hyptertonie).

2. Ist das Verhältnis der wichtigsten Jonen derart verändert, daß die Zahl der H-Jonen bis zum 50fachen Normalwert zunimmt;

3. Ist das Gewebe weit über den normalen Zustand hinaus mit Stoffwechselabbauprodukten überfüllt. (Hyperpoikilie).

4. Besteht eine Hyperthermie

Alle vier Faktoren bezeichnet Schade als Hyperpletie.

---

1) „Die Molekularpathologie in ihrem Verhältnis zur Cellularpathologie und zum klin. Krankheitsbild am Beispiel der Entzündung". Mcgn. Med. W. 24, H 1.

Es ist heute bekannt, daß die Störungen des physikalisch-chemischen Gleichgewichtes in einem erkrankten Gewebe auf einer Verminderung des osmotischen Druckes innerhalb der Zelle und in dem Ansammeln von krankhaften Zerfallprodukten innerhalb der Gewebe beruhen. Diese Feststellungen zwingen heute die therapeutischen Maßnahmen, nach den Einflüssen zu suchen, die das Gleichgewicht in dem Atomleben der Zellen wieder herzustellen vermögen. Die Anwendung einer solchen Reiztherapie wurde in der Zahnheilkunde bis jetzt durch Injektion verschiedener Präparate, wie Presojod. Trypaflavin, Jatren etc. verwertet. Durch diese Injektionen wird jedoch der schon im Entzündungsbereiche vorhandene, erhöhte Druck gesteigert, wodurch heftigere Schmerzen als vorher auftreten können. Dieser unangenehme Umstand fehlt gänzlich bei Anwendung der Heliotherapie, die ja auch als Reiztherapie angesehen werden muß. Nach Landecker ist in dem Belichtungsbezirke eine Erhöhung des osmatischen Druckes und Vermehrung der H-Jonen Konzentration festzustellen; deshalb dürfe eine Senkung des im benachbarten entzündlichen Gewebe vorhandenen Druckes wie auch der H-Jonen-Konzentration das entzündliche Infilträt entlasten, und es würde so eine Schmerzerleichterung eintreten.

Die Wirkungsweise der lokalen Wärmelichtbehandlung beruht im allgemeinen auf der durch Dilatation der Gefäße in dem erkrankten Bezirke hervorgerufenen Verbesserung der lokalen Blutzirkulationsverhältnisse und der dadurch entstehenden Hyperämie, und zwar:

1. In Form der sog. aktiven oder arteriellen Hyperämie.

2. Der passiven oder venösen Stauungshyperämie.

Nach Bier ist die entzündliche Hyperämie ursprünglich eine aktive und erst der Entzündungsreiz verwandelt den anfangs schnelleren in einen langsameren Blutstrom. Nun tritt bei Bestrahlung mit Wärmestrahlen eine außerordentlich tiefe und nachhaltige Hyperämie auf, sodaß bei der therapeutischen Verwendung alle Heilungstendenzen betrachtet werden müssen, die durch die Hyperämie veranlaßt werden können.

Von klinischer Seite ist schon öfters hervorgehoben worden, daß besonders die Quarzlampenbestrahlung eine Senkung des Blutdruckes beim Menschen erzielt, bedingt offenbar einerseits durch eine direkte Wirkung auf den Zirkulationsapparat, anderer-

seits durch die infolge des Reizes ausgelöste Hauthyperämie. Die Respirationsfrequenz ist nach Hasselbalch durch diese Hauthyperämie deutlich herabgesetzt, der Blutdruck fällt um ungefähr 8%, während die Pulsfrequenz sich nicht charakteristisch ändert.

Des weiteren ist das kurzwellige Licht nach Angabe von Dreyse, Hausen und Neuberg imstande, Eiweißkörper zur Gerinnung zu bringen, jedoch nur bei Anwesenheit von katalysatorisch wirkenden Metallsalzen. Proteine und Peptone werden hierbei zunächst zum Teil hydrolysiert, die Aminosäuren in Aldehyde bezw. Aldehydsäuren überführt. Stärke wird verzuckert, Monosaccharide werden teilweise in Osone transformiert, Disaccharide invertiert, Polysaccaride hydrolysiert, Fette verseift.

Nach Pinc. kann man die Wirkung der Strahlung auf den Gesamteiweißumsatz durch Wahl der Lichtquellen und des Sensibilisatorts — (P. veröffentlichte eine Zusammenstellung seiner Befunde in der Strahlenther. 1924) nach Wunsch dosieren. Da nun P. mit verschiedenen Lichtquellen (KHS. K.B.L. hochkerzige Metallfadenglühlampe, Sonnenlicht) prinzipielle ähnliche Resultate erzielte, so ist nach ihm die Wellenlänge der Strahlung für die Stoffwechselvorgänge im lebenden Organismus das allein Ausschlaggebende.

Auch der Kohlehydratstoffwechsel wird durch Licht erheblich beeinflußt. Hierüber liegen von P. ausgedehnte Untersuchungen vor. Nach seiner Erfahrung ergab sich nach Bestrahlung mit verschiedenen künstlichen Lichtquellen (K.H.S., K.B.L., hochkerz. Metallfadenglühlampe) fast ausschließlich unter Sensibilisierung mit verschiedenen Farbstoffen sowohl beim normalen Menschen und Kaninchen, als auch beim Diabetiker regelmäßig eine starke Blutzuckerabnahme, die von der Bestrahlungsdauer und der Art der Sensibilisators abhängig war. Infolgedessen fand man beim Diabetiker in vielen Fällen auch eine Abnahme des Harnzuckers, oft bis zum gänzlichen Verschwinden. Die Acetonkörper wurden durch Bestrahlung mit hochkerz. Metallfadenglühlampen nach vorhergehender Sensibilisierung mit „Rose bengale“ oder Methylenblau erheblich vermindert, — teilweise länger dauernde Erfolge, — wenn gleichzeitig die nötigen Diätvorschriften eingehalten wurden.

Die Fermente können sowohl durch sichtbare als durch U.V.-Strahlen vernichtet werden. Sie besitzen zwar keine große Lichtempfindlichkeit, doch bei Bestrahlungen in vitro fand man,

daß die Fermente bei genügend intensiver Belichtung unwirksam werden. Die Wirkung der langwelligen Strahlen ist, wie schon erwähnt, an Gegenwart von Sauerstoff gebunden. R. Green fand, daß die sichtbaren Strahlen im Gegensatz zu den U.V.-Strahlen die Amylase durch Aktivierung des Symogens fördern. Chymosin, Katalase und Peroxydase werden nach Haußmann durch sichtbares Licht nur wenig geschädigt, umso rascher aber durch U.V.-Strahlen. Nach Behring und H. Meyer erhöhen die langwelligen, tief penetrierenden Strahlen die oxydative Wirkung der Fermente. Tierische Galle, Haematoporphyrin, sowie Ferrisulfat steigern die fördernde Lichtwirkung auf Peroxydase. C. Sonne, der an mit Diphtherietoxin subkutan geimpften Meerschweinchen nach 2stündiger K.B.L.-Bestrahlung zeigte, daß diese das Toxin besser vertrügen als nichtbestrahlte, schreibt die Wirkung den sichtbaren Wärmestrahlen zu, die zu einer starken Erwärmung des Blutes und damit zu einer Zerstörung des Toxines führen sollte.

Eine sehr wichtige Rolle bei allen Lichtwirkungen auf die menschliche Haut spielt das Pigment. Nach Rollier bildet das Pigment gleichsam einen Schutzfilter, einen Transformator, der kurzwellige Strahlen beim Passieren der Haut in langwellige transformiert, die dadurch befähigt sind, tiefer in das Gewebe einzudringen.

Über die Wirkungsweise des Lichtes gibt es verschiedene Theorien. Die allgemeinen Erscheinungen der Haut nach Bestrahlung sind folgende: Zunächst entwickelt sich unmittelbar im Anschlusse oder noch während der Bestrahlung eine Hautrötung, die auf den Einfluß der Wärmestrahlung zurückzuführen ist. Diese Wärmehyperämie verschwindet relativ kurze Zeit nach der Belichtung, um nach einer Latenzzeit von einer bis mehreren Stunden einem photochemischen Erythem Platz zu machen. Die in der Regel gleichmäßige, diffuse Rötung dieses Erythems, die sich streng an die belichteten Partien hält, kann je nach der Intensität und Art der verwendeten Lichtquelle mit seröser Blasenbildung sowie mit Haemorrhagien einhergehen. Die Entzündungserscheinungen bilden sich in der Regel bald zurück und es tritt Schuppung der Epidermis mit Entstehung von Pigment ein, ein Symptom, das der U.V.-Bestrahlung regelmäßig nachfolgt.

Bekanntlich weist auch Jesionek dem Pigment eine bedeutende Rolle für die Strahlenwirkung zu. Nach seiner Meinung

wird das Licht durch das Pigment in den Basalzellen absorbiert und die dadurch entstehenden Stoffwechselprodukte der Basalzellen rufen teilweise die Lichtwirkung hervor, das Pigment selbst könne in gelöster Form durch den Blutstrom fortgeführt werden und wirke wie ein Medikament. Rothmann, Jesionek's Assistent führt einen Teil der Lichtwirkungen auf eine Lähmung der Sympathikusenden zurück (Senkung des Blutdruckes und Blutzuckerspiegels). In demselben Sinne sprechen die von Dreyer und Jansen ausgeführten Tierexperimente am Kaninchen. Sie untersuchten die Lichtentzündung am Kaninchenohr nach Durchtrennung des N.sympathikus auf der einen Seite und sahen ein früheres stärkeres Erscheinen des Erythems am operierten Ohr im Vergleich zum andern. Bei gleichzeitiger Durchschneidung trat die Lichtreaktion gleichzeitig in gleicher Stärke an beiden Ohren auf. Auch Peemöller konnte an einem Fall mit einseitiger Sympathikuslähmung (Hals) an der gelähmten Seite ein schnelleres und stärkeres Auftreten des Erythems feststellen. Picard glaubt, daß das Haemoglobinmolekül (metallische Verbindung als Energietransformator der Strahlung wirke. Malten spricht von der durch die Bestrahlung angeregten „inneren Sekretion" der Hautepithelien. Alle diese Beobachtungen machen es sehr wahrscheinlich, daß sämtliche hyperämisierenden Hautreize, die Wirkung der Erythem-bildenden Strahlen zu unterstützen vermögen.

Das Licht wirkt also auf die Haut nicht nur als germinativer, keratoplastischer, pigmentophorer, sekretorischer, bezw. hyperämisirender und nutriver Reiz, sondern auch als pathogener und besonders als entzündungserregender Reiz.

Ein sehr erfreuliches Ergebnis der Lichtwirkung, besonders der Sonnenlicht- und Luftbäder ist es, daß die Haut eine Hornschicht gewinnt, wie sie gewöhnlich lichtabgeschlossene Körperteile nicht besitzen. Es gibt kein besseres Prophylaktikum gegen alle möglichen, die Haut bedrohenden Krankheitskeime, als ein kräftig entwickeltes Stratum corneum, das sich im Gefolge der Lichtbäder einstellt (Jesionek).

Über die physiologische Bedeutung des Pigmentes sprechen sich Peemöller, Kisch, Stiegler und Perthes dahingehend aus, daß in dem Pigment eine Schutzvorrichtung gegen die Wärmestrahlen zu sehen sei.

Keller's Untersuchungen über das verschiedene Verhalten der pigmentierten und unpigmentierten Haut bei Wärmestrahlung

(Solluxlampe) sprechen dafür, daß sich erstere Hautpartien rascher erhitzen als letztere. Nach Stiegler wird dem Neger Wärme schneller und in größerer Menge zugeführt als dem Weißen, trotzdem beeinträchtigt ihn das Licht nicht, da er bald stark schwitzt und dadurch Abkühlung erhält.

Die therapeutische Verwertung des germinativen Lichtreizes zur Anregung und Steigerung der Epidermisierung kommt in Frage bei der Behandlung von Wundflächen aller Art. Abgesehen von der desinfizierenden Wirkung des Lichtes auf freiliegende Granulationen, vermag das Licht an Wundflächen, die zunächst bei Bestrahlungen unter reichlichem Sekretabfluß erst zur allmählichen Sistierung, d. h. Eintrocknung und Verschorfung gelangen, die Neubildung von Epidermis anzuregen.

Nach der vorausgegangenen Ausführung über die physikalisch-chemischen und biologischen Lichtreaktionen drängt sich nun die Frage auf, welcher Strahlungsart für die praktische Verwendung in der Zahnheilkunde der Vorzug gegeben werden soll.

Es wurde nachgewiesen, daß die allgemeine Lichtwirkung in zwei Hauptgruppen, nämlich die Photochemie und Photothermie zu trennen sei; und demnach auch ihre therapeutische Verwendung in eine Erythem-Therapie und Hyperämie-Therapie zu scheiden ist.

Spektralanalytisch ist festgelegt, daß im ersten Falle nur die kurzwelligen, blauen, violetten und besonders die ultravioletten Strahlen zur Anwendung gelangen, während wir im zweiten Falle die langwelligen, den sichtbaren Spektralteil, sowie die roten und ultraroten Strahlen ausnützen.

Die Ultraviolett-Therapie erzeugt mittels ihrer kurzwelligen Strahlen unter Entwicklung einer dosierbaren Dermatose (Erythem) eine kräftige, chemische Reaktion auf den Organismus und wirkt bakterizid. In Analogie zur Röntgentherapie, die nach Thedering auf die menschliche Haut unter wechselnden Bedingungen verschiedenartigen Einfluß ausübt, sodaß die Konzeption der menschlichen Haut für Röntgenstrahlen durch Anämie (Druck, Adrenalin), Hyperämie pathologische Veränderungen entweder eine Steigerung oder Herabsetzung erfährt, legten bisher die Lichttherapeuten großen Wert auf das Ultraviolett-Erythem. Doch schon in der Dermatologie besteht eine besondere Neigung zur Wahl der Dosierung hinsichtlich gewisser Hauterkrankungen, die eine

derartige Reiztherapie nicht vertragen. Völlig unmöglich ist es aber, kurzwellige Strahlen zur Insolation der Schleimhäute wie z. B. in der Mundhöhle, zu verwenden, da diese schon nach wenigen Minuten zerstört und zu geschwürigem Zerfall gebracht würden.

Selbst wenn also in der Medizin die Erythem-Therapie erfolgreiche Verwendung findet, berechtigt schon allein das Ergebnis der wissenschaftlichen Bestrahlungsversuche an Schleimhäuten zur Anwendung der antiphlogistisch wirkenden Hyperämietherapie oder Heliotermie der langwelligen Strahlen in der Zahnheilkunde.

Langwelliges (sichtbares und ultrarotes) Licht wird in der menschlichen Haut schwach absorbiert und dringt daher bis zu mehreren mm Tiefe ein; die absorbierte Energie wird dabei lediglich in Wärme umgesetzt; kurzwelliges Licht (insbesondere ultraviolettes unterhalb 300 $\mu\mu$) wird stark absorbiert, dringt daher nur Bruchteile von mm ein; die absorbierte Energie wird z. Teil in Wärme umgesetzt, zum Teil wirkt sie photochemisch. Nur der zufällige Umstand, daß unsere künstlichen Lichtquellen (abgesehen von der Quarzlampe) ihre Energie überwiegend im Ultrarot ausstrahlen, hat früher zu der irrtümlichen Auffassung geführt, als ob der kurzwellige Teil des Spektrums nicht thermisch wirke. Schon in der Sonnenstrahlung ist die Hauptenergie im gelben Spektralgebiet (etwa bei 580 $\mu\mu$) und in der Quarzlampe sogar im Ultraviolett.

Durch geeignete Filter läßt sich jeweils das gewünschte Spektralgebiet aussondern. Im Prinzip ließe sich thermische Oberflächenwirkung mit ultraviolettem Licht sehr wohl durchführen, doch gibt es leider eben kein Mittel die begleitende photochemische Reizwirkung auszuschalten. Alles Licht, das gewöhnliches Glas durchdrungen, enthält, ebenso wie Tageslicht keine nennenswerten Bruchteile hautreizender Anteile.

Zur Erzielung der Hyperämie zwecks Beeinflussung entzündlicher Prozesse und Schmerzen empfiehlt sich die Applikation des ungefilterten Lichtes, das sämtliche Strahlen des sichtbaren Spektrums nebst angrenzender Spektralgebiete in sich vereinigt. Beseitigt man durch Filter den langwelligen roten und ultraroten Teil (Blaulicht) — dieses wirkt als sogen. kaltes Licht sedativ auf die Pat. —, so wirkt es durch seine Anämietherapie in lokaler Dauerbestrahlung (wo möglich intraoral) schmerzstillend und

haemostatisch; nach v. Minin sogar stark anästhesierend; Danilow und Cemach heilten damit Trigeminus-Neuralgien.

Eine besondere Bedeutung kommt nach Laquer dem Rotlicht, d. h. den roten und ultraroten Strahlen zu, da bei ihnen chemische Reize in noch höherem Maße zurücktreten. Nach Thedering verhalten sie sich in jeder Menge biologisch untätig, doch sind im Blute photochemische Sensibilisatoren vorhanden, die die Energie langwelliger Strahlung auf andere Blutbestandteile zu übertragen vermögen. In gleicher Art, wie man photograph. Platten für rotes und gar ultrarotes Licht sensibilisieren kann. Solche Stoffe sind im Blute z. B. Eosin, Fluoreszin, Chinin, Oxalsäuere u. a. Auf der Wirkung derartiger Sensibilisatoren beruht die Entstehung der Lichterkrankungen, wie Fagopyrismus, Pellagra usw. Mönckeberg berichtet von eitrigen Entzündungen bei Anwesenheit von Haematoporphyrin im Blute, da die Eiweißstoffe nach ihm durch die Lichtwirkung in unlösliche Modifikationen verwandelt werden.

Es sprechen neuerdings eine Reihe von Beobachtungen dafür, daß bestimmte engbegrenzte Wellengebiete ganz spezifische biologische Wirkung haben, die in unzerlegtem Lichte fehlen. Man wird mit Interesse den in Gang befindlichen Untersuchungsergebnissen entgegensehen.

Nach Finsen erhöht sich die Wirkung der Rotlichtbestrahlung im Dunkelzimmer, also unter Ausschluß des diffusen Tageslichtes. Er empfahl als Erster diese Behandlung bei Pockenkranken („rotes Zimmer"). Auch bei sonstigen Hautaffektionen, wo man reizmildernde Wirkung erstrebt, ist Rotlicht indiziert; Thedering empfiehlt diese Behandlung bei Lichtentzündungen der Haut, nässenden Ekzemen, pustulösen Ausschlägen, Erysipel und Pemphigus. Die Bestrahlung soll nach Nagelschmidt bei diesen Indikationen stets im Dunkelzimmer unter möglichster Vermeidung erheblicher Erwärmung erfolgen.

Jezierski spricht dem Rotlicht neben diesen negativen Eigenschaften auch die Bewegungs- und Teilungsfähigkeit der Leukozyten durch das rote Bogenlicht zu, es treten stärkere Epithelwucherungen und stärkere Hyperämie auf als bei anderen Lichtarten. Inwieweit diese Eigenschaft auf das Rotlicht der Sollux-lampe zutrifft, müßte der weiteren Forschung überlassen werden. Träfe sie zu, könnte man das Rotlicht nach Ansicht Jesierki's

ja auch der Wirkung des ungefilterten Lichtes der Solluxlampe gleichstellen, m. a. W., es wäre also auch mit Rotlicht möglich, Hyperämie und damit alle hierbei erreichbaren Vorteile auszunützen. Denn auch anderweitige Beobachtungen sprechen dafür, daß diese Lichtart eine anregende Wirkung auf die Regenerationsfähigkeit der Gewebe ausübt.

Jedenfalls steht fest, daß die extremen Spektralenden (rot und ultraviolett) entgegengesetzte Wirkungen erzeugen und somit das Rotlicht eine antagonistische Wirkung auf die U.V.-Strahlung ausübt.

Wir machten bei einer vergleichenden Lichtbehandlung unserer zahlreichen Fälle die augenfällige Feststellung, daß eine kombinierte Therapie, d. h. eine gleichzeitige, lokale Applikation von $H_2 O_2$ und Jod erheblich bessere Resultate erzielte (Beobachtungen von Herrn Prof. Dr. Hauenstein), ja, einen wesentlich rascheren Heilverlauf zeigte.

Es wurde schon früher erwähnt, daß bei den biochemischen Prozessen die Oxydation durch $H_2 O_2$ die größte Rolle spielt, und daß der Sauerstoff durch die Lichtwirkung seine Oxydationsfähigkeit energisch geltend macht. So findet Steinmann[1]), daß der Sauerstoff zum mindesten bei den anaeroben, putriden Infektionen direkt als gasförmiges Antispektum wirke.

Nach den übereinstimmenden Angaben verschiedener Autoren ist die biologische Wirksamkeit der U.V.-Strahlen in der Regel nicht an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden; anders verhält sich die bakterizide Wirkung der längerwelligen Strahlen. Nach Thiele und Wolff[2]) wirken diese Strahlen erst bei Temperaturen von 30—40° C. ihre Wirkung ist jedoch an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden.

Das Gleiche gilt von der Haemolyse der Erythrocyten (Hasselbalch, Hausmann), von der Schädigung durch ultraviolettfreies Licht Invertin nach Jodelbauer und v. Tappeiner, von der Transformation des genuinen Blutfarbstoffes durch Licht in Haematin (Hasselbalch) und völlig sichergestellt ist die Notwendigkeit des Sauerstoffes bei Ablauf der „photodynamischen" Prozesse (Pincussen). Nach P. erfahren die Oxydationen durch

1) Steinmann op. cit. med.: Druckluftbehandlung stinkender Abszesse.
2) Archiv f. Hyginie 1906, 57. 29 und 1907. 60. 29.

die Halagone im Lichte eine erhebliche Beschleunigung. Die Bildung der Halagonwasserstoffe z. B.

$$2\ HJ + {}^1/_2\ O_2 = J_2 + H_2O,$$

ist zum Teil umkehrbar, am leichtesten Jodwasserstoff.

Jodelbauer und von Tappeiner bewiesen, daß Sauerstoffgegenwart für die Schädigung von Zellen Enzymen und Toxinen durch langwelliges Licht bei Anwesenheit fluoreszierender Substanzen erforderlich ist. Des weiteren zeigten beide Autoren und W. Straub, daß die Oxydation verschiedener Substanzen (Jodcalium usw.) durch den Sauerstoff der Luft bei Anwesenheit fluoreszierender Substanzen im Lichte meßbar gefördert wird. Hackratt erbrachte den experimentellen Nachweis, daß die photochemische Zersetzung eines Jodkalischwefelsäuregemisches mit Hilfe von Sauerstoff vor sich geht. Das bringt ihn zu der Vermutung, daß es sich auch bei der Lichtwirkung auf die photosensiblen Elemente der Haut um Auslösung eines Oxydationsprozesses handelt. Nach Ansicht des Verfassers dürften aber derartige weitgehende Analogieschlüsse bei Vergleich rein photochemischer Prozesse mit den außerordentlich komplizierten, biologischen Vorgängen des Organismus nur mit größter Zurückhaltung gemacht werden (W. Hausmann).

Inwieweit nun die aktive Reaktion von Jod und Wasserstoffsuperoxyd unter Lichtwirkung vor sich geht, läßt sich schwer beurteilen. Den obigen Erörterungen zufolge könnte man den H_2O_2 eine katalytische, dem Jod eine sensibilisatorische Wirkung wohl zusprechen, da einerseits erst die Anwesenheit des sich entwickelnden Sauerstoffes die biochemischen Prozesse durch langwelliges Licht bedingt, andererseits die Jodapplikation einer der Yatrenwirkung analogen Reiztherapie im Licht entspricht.

In dieser durch lichttherapeutische oder andere biologisch-orientierte Zellreize anzustrebenden Therapie sieht Landecker die konsequente Weiterführung des von den Chirurgen seit alters durchgeführten Entlastungsbegriffes, gipfelnd in dem Satz: „Ubi pus, ibi evaqua“, nur, daß die Reinigung des Gewebes, seine Druckentlastung und Entspannung nicht auf mechanischem Wege erreicht wird, sondern auf biophysiologischem Wege, unter Benützung und Unterstützung der körpereigenen Abwehrmaßnahmen. Nach L. ist die Lichtwirkung direkt proportional der zugeführten Lichtmenge, und damit abhängig vom Zeitfaktor, deshalb betont

L. mit Schanz, daß erstens bei der Lichtbehandlung langdauernde Bestrahlungen erforderlich sind, zweitens die Belichtungszeit umso länger sein kann, je weniger Reizstrahlen vorhanden sind.

So erscheint es durchaus überzeugend, daß wir bei der therapeutischen Verwendung eines Bestrahlungsapparates wie der Solluxlampe, bes. wegen der einfachen und praktischen Handhabung einerseits, andererseits wegen der fehlenden Reizstrahlen des Ultraviolettlichtes, vor allem in der Zahnheilkunde einen nicht zu unterschätzenden Heilfaktor bezüglich einer günstigen Heilungstendenz auf allen einschlägigen Gebieten besitzen.

Die längst erworbene Erfahrung, daß in vielen Krankheitsfällen „Wärme“ einen Heilungseinfluß hat, wirkte bestimmend, nicht mehr allein die U.V.-Strahlen der Quarzlampe, sondern auch langwellige thermische Strahlung im Kombinationsverfahren zu verwenden. Man wollte das Sonnenlicht qualitativ und quantitativ erreichen. So hat Hagenmann (Marburg) durch seinen Glühlampenring die einseitige Strahlenwirkung der Quarzlampen zu ergänzen versucht. Inzwischen haben aber Heusner und Oeken eine Lampe — die Solluxlampe — konstruiert, die unter Benutzung entsprechender Reflektoren vorwiegend sichtbare Strahlen (Wärmestrahlung) emittiert.

Zum besseren Verständnis des Lichtes der Hanauer „Solluxlampe“ vergegenwärtige man sich ihr Spektrum im Vergleich mit dem der natürlichen Sonne.

Bei dem Bestreben künstliche Lichtquellen hinsichtlich der Strahlenwirkung der Sonne möglichst ähnlich zu gestalten, werden stets zwei Fehler begangen:

Zunächst vergißt man, daß eine den Eigenschaften der Hochgebirgsonne gleichgestellte Lampe, praktisch wertlos wäre, da mit ihr nur z. B. die Erfolge Bernhard's und Rollier's in Höhenkurorten erreicht würden, kurz, zur Heilung vielstündige tägliche Bestrahlung bis zu einem Jahre und mehr erforderlich wären, eine Behandlungszeit, die mit künstlichem Licht praktisch unmöglich, nur wenig begüterten bei großer Geduld erreichbar ist.

Ferner wird übersehen, daß die photographische Platte zwar qualitativ richtig zeigt, quantitativ jedoch erlauben die Schwärzenunterschiede nur unsichere Schlüsse.

Bekanntlich ist das weiße Sonnenlicht nicht einfacher Natur, sondern nach Newton's Entdeckung, der Spektralanalyse, aus einer Reihe von Farben, den Regenbogenfarben zusammengesetzt, von denen jeder einzelne Farbton eine bestimmte Wellenlänge besitzt, die Wellenlänge der Strahlen nehmen von Rot nach Violett hin ab, sodaß bei Rot die größte, bei Violett die kürzeste Wellenlänge liegt. Jenseits von Rot und Violett liegen die unsichtbaren ultraroten und ultravioletten Strahlen. Zwischen diesen extremen Strahlengruppen, also den längsten und kürzesten Wellenlängen, liegt der sichtbare Teil des Spektrums bei 760 $\mu\mu$ (rot) bis 397 $\mu\mu$ (violett).

Im Gegensatz zur Solluxlampe zeigt das Sonnenspektrum nun stärkeren Reichtum an kurzwelligen Strahlen, wenngleich, auf der Bromsilberplatte gemessen, die Sonnenstrahlung bei etwa 300 $\mu\mu$ (nach Berner) endigt analog den Spektren der Kohlenbogenlampe und Solluxlampe. Christen, Schanz, Jüngling u. a. unterscheiden jedoch das U.V.-Licht scharf zwischen biologischen, d. h. längerwelligen und kürzeren entzündungserregenden Strahlengruppen. Die Grenze liegt nach ihnen bei 290 $\mu\mu$, bezw. 288 $\mu\mu$, also der Grenze des natürlichen U.V.-Sonnenlichtes.

Das Spektrum der Solluxlampe ist nun zunächst ausgezeichnet durch einen fast gänzlichen Mangel an Violett und Ultraviolett. Nach Untersuchungen von Peemöller und Dannmeyer reicht die Lichtgrenze der Solluxlampe bis 334 $\mu\mu$. Da sich das Ultraviolett von 400—95 $\mu\mu$ auf dem Spektralband erstreckt, wären ja noch U.V.-Strahlen vorhanden, die jedoch von der Glasröhre des Leuchtkörpers der S.L. absorbiert werden. Dieser Lichtquelle fehlen also die äußeren U.V.-Strahlen, deren entzündungserregende Eigenschaft nach Haußer und Vahle wesentlich an die Wellenlänge von extra 300 $\mu\mu$ gebunden ist: wie aber schon erwähnt, werden neuere Untersuchungen noch genauere Resultate erbringen. Dahingegen ist der Mangel an U.V.-Licht durch den Reichtum an langwelligen roten und ultraroten Wärmestrahlen ausgeglichen. Die langwelligen roten und ultraroten Strahlen verbreiten Wärme, die weniger langwelligen leuchtenden Wärmestrahlen dringen in die Tiefe, um dort in Wärme transformiert zu werden, was eine ausgiebige Gefäßdilatation und nachhaltige Hyperämie zur Folge hat.

Entgegen der Ansicht von Haußer und Vahle, nach denen die Pigmentation der Erythembildung parallel läuft, spricht Pee-

möller auch den dunklen (infraroten) Wärmestrahlen Pigmentbildung zu, nach ihm unterstützen sämtliche hyperämisierenden Hautreize die Wirkung der erythembildenden Strahlen.

Psychologisch ist Rotlicht bekanntlich erregender Natur, während violett eine seelisch kalte Farbe besitzt. Stellt man die Wirkungen von rot und violett, den Endpunkten des Spektrums in Gegensatz, so wird klar, daß beide Farben sich vom energetischen Standpunkte antagonistisch verhalten: warm und kalt chemisch-biologisch, inaktiv, aktiv; psychisch erregend und beruhigend.

Der Gedanke liegt also nahe, daß den entzündungserregenden blauen die entzündungshemmenden roten Strahlen gegenüberstehen.

Somit ist die therapeutische Verwendung der Solluxlampe ganz besonders indiziert in allen Fällen, wo weniger eine chemisch-reizende Erythemtherapie als eine physikalisch erzielte Hyperämietherapie erwünscht ist und letztere ist vor allem in der Zahnheilkunde bei den Schleimhautinsolationen am Platze.

Nach Heusner dient die Lampe als Bestrahlungsapparat für umschriebene Krankheitsherde zur rascheren Vernarbung von Wunden, zur Behandlung von Drüsen und Bubonen. Bei eröffneten Eiterherden wirkt sie als Schröpfkopf: „Die Sekretion wird stärker, nach längerer Bestrahlung dünnflüssiger, um bald zu versiegen". Cemach spricht der Wirkung der Solluxlampe bei beginnenden Prozessen in relativ kurzer Zeit die günstigsten Erfolge, bei vorgeschrittenen entzündlichen Erkrankungen einen zwar langsamen, aber dennoch gesteigerten Resorptionseinfluß zu, während bei chronischen Prozessen eine Einschmelzung, Suppuration und Perforation nach außen wirksam beschleunigt wird, Reaktionen, die nach unseren Beobachtungen sehr individuelle Erfolge brachten. Für die zweifellos guten Resultate dieser Bestrahlungsart muß wohl vor allem die Hyperämie verantwortlich gemacht werden und zwar in ihrer aktiven und passiven Form. Von den von Bier erzielten Wirkungen durch Hyperämisierung erkrankter Organe sind für uns die wichtigsten:

1. Die schmerzstillende Wirkung,
2. die resorbierende Wirkung.

Ritter erklärt erstere dadurch, daß die seröse Durchtränkung der Gewebe die Empfindlichkeit der Nerven herabsetzt.

Auch Joseph weist nach, daß jede physikalische Therapie den Schmerz umso besser stillt, je mächtiger ihre lymphtreibende durchtränkende Wirkung die Nervenenden ödematisiert, das örtliche Gefühl ausschaltet und entzündliche Konzentration auszugleichen vermag.

Was nun die erste der oben erwähnten Reaktionen betrifft, so haben auch wir an einer Anzahl von Fällen die schon nach kurzer Bestrahlung einsetzende Schmerzreduktion festgestellt. Vor allem bei dolor post extractionem et operationem, Periodontitiden und neuralgieformen Beschwerden, wenngleich auch hier in einzelnen Fällen negative Resultate erzielt wurden. Jedenfalls bietet der Gebrauch der Lampe auch einen prophylaktischen Wert, insoferne, als es gelingt, in vielen Fällen jedwelchen Nachschmerz nach chirurgischen Eingriffen zu kupieren. Und wenn nicht immer Heilerfolge gezeitigt werden — es mag wohl noch an der mangelnden Versuchsarbeit für die genaue Dosierung und Indikation liegen — besitzen wir dennoch in der Lampe die Möglichkeit, den Patienten in stets schonender und angenehm empfundener Weise zu helfen. Des weiteren vermögen wir schmerzhafte Krankheitszustände auch in den Fällen, wo bisher die Auswahl an wirksamen Heilverfahren klein war, und die üblichen Behandlungsmethoden versagten, derart anzugehen, daß wir in schonender Weise für den Patienten rasche Linderung seiner Schmerzen, sowie Besserung bezw. Heilung erzielen können, eine Tatsache, die uns zweifellos berechtigt die Solluxlampe als einen wissenschaftlich begründeten Heilfaktor anzusehen.

Die weitere Wirkung der Hyperämie, die Resorption, erklärt sich dadurch, daß im hyperämischen Gebiet eine erhebliche Steigerung der Zirkulation und (nach Kieffer, Peemöller u. a.) ein Abtransport von zerfallenen Elementen und Toxinen stattfindet. Und zwar, entgegen der früheren Annahme durch die Lymphwege, ein Abtransport durch die Blutkapillaren.

Diese starke Resorptionsfähigkeit zeigt sich vor allem an ödematösen Schwellungen, Kieferhöhleneiterungen[1]), Entzündungserscheinungen der Mundschleimhaut und des Zahnfleisches. Interessant ist auch die schnelle Resorption von Medikamenten, z. B. das Novocain der Anästhesie, deren Wirkungsdauer durch Wärmestrahlung wesentlich verkürzt wird.

---

1) Vergl. Cemach: Ueber die Lichtbehandlung von Entzündungen der Kieferhöhlungen.

Und wie schon früher erwähnt, ist als weitere wichtige Wirkung der Wärmestrahlung (Solluxlampe) die starke Regenerationsfähigkeit bei Wunden und besonders Knochengewebe hervorzuheben; doch müssen die Zellen durch einen Reiz befähigt sein, aus der durch die Hyperämie im Überschuß dargebotenen Nahrung die zur Regeneration nötigen Stoffe zu ziehen (Meyer, Blessing und Kieffer).

Bei oberflächlichen Wunden und selbst bei zwei Fällen von extraoralen Durchbrüchen (Aktinomycosis und Tuberkulose) konnten wir eine rasche Epithelialisierung beobachten.

Ueber den Bau unseres Bestrahlungsapparates ist nach Angabe der Hersteller folgendes zu sagen. Die Solluxlampe der Hanauer Quarzlampengesellschaft — wir benützen das verbesserte große Modell nach Dr. Oeken — enthält eine nach patentiertem Sonderverfahren hergestellte Glühlampen ähnliche Spezialleuchtröhre von 2000 Kerzenstärke, deren Glaskörper mit Stickstoff von $^2/_3$ Atmosphärendruck gefüllt und deren Glühkörper aus einer dünnen, zahlreich gewundenen Wolframdrahtspirale besteht zur Ermöglichung starker Strombelastung und höchster Strahlungsintensität. Wärmeuntersuchungen der Lampenstrahlung ergaben bei einem Belichtungsfeld vom Durchmesser des großen Reflektors bei parallelem Lichte mittels Schwarzkugelthermometer: in 50 cm Abstand nach 15 Minuten 110°, bei 25 cm Abstand in 10 Minuten 130°, worauf der Versuch wegen Überhitzung der Fläche eingestellt wurde.

Die Solluxröhre sitzt in einem parabolischen Reflektor; ein Handgriff am Gehäusekopf ermöglicht eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Lichtzentrums, sodaß sowohl parallele als auch divergierende wie konvergierende Strahlung erreicht wird. Der konische Reflektoransatz mit weiter Oeffnung dient der allgemeinen und lokalen Bestrahlung. Der Korkring schützt vor Verbrennung bei Berührung des erhitzten Metalles. Zur weiteren Lichtkonzentration für streng lokale Applikation hat Kieffer einen ausziehbaren Tubus konstruiert, der neben leichter Dosisabstufungsmöglichkeit, den Augenschutz erübrigt und zu Kopfschmerz neigende Patienten durch geringste lokale Belichtung vor Beschwerden dieser Art sichert.

Neben dieser großen Lampe auf Rollstativ oder als Hängelampe, die wohl hauptsächlich für Klinikbetrieb sich eignet, wird

noch ein kleines Modell mit 600 Kerzen für die Praxis in 3 Formen angefertigt, nämlich auf leichtem Stativ, am Wandbrett und als transportable Lampe mit kurzem Stehfuß nach Dr. Cemach.

Die einfache Konstruktion erübrigt nach richtiger Einschaltung des Wiederstandes eine dauernde Beaufsichtigung der Bestrahlung, für die Praxis ein sehr wesentlicher Vorteil, der jeglichen Zeitverlust erspart. Man kann auch ruhig bei Platzmangel von einem eigenen Bestrahlungsraum absehen, die Lampe arbeitet völlig geräuschlos und bringt selbst bei ständiger Benutzung keine Verschlechterung der Luft im Operationszimmer mit sich. Die Bestrahlung kann auf Liegesofa oder einem gewöhnlichen Stuhl vorgenommen werden. Sehr wesentlich ist auch die große Haltbarkeit des Apparates. Kieffer berichtet, daß selbst nach einer Brenndauer von 1000 Stunden noch keine Reperatur nötig war und auch wir hatten, trotz der starken täglichen Inanspruchnahme bisher keinen Defekt. Die Lampe brennt unbeschadet 2—3 Stunden hindurch, eine Belastung, die Kohlenbogenlampen nicht ertragen.

Die Bestrahlungstechnik ist sehr einfach. Wir verwenden bei unserem Modell meist den Lokalisationstubus. Die Lampe ist in einer Traggabel vertikal und durch Gleitvorrichtung horizontal beweglich befestigt, sodaß in jedem beliebigen Winkel in sitzender oder liegender Stellung, extra- und introral belichtet werden kann.

Es empfiehlt sich Zahnfleisch- und Schleimhautaffekte zur Ausnützung der direkten Lichtwirkung per os derart anzugeben, daß mittels Mundhaken die Lippen entfernt werden, da die Schleimhaut eine größere Wärmetoleranz besitzt, die Zähne sind einzufetten. Extraoraler Bestrahlung soll zweckmäßig bei erster Sitzung ein Vaselineschutz vorangehen.

Der Abstand des Bestrahlungsfeldes richtet sich nach der Empfindlichkeit des Patienten und beträgt im Anfang ca. 15 cm. Die Wärme soll von dem Patienten zunächst als intensive, noch erträgliche Durchwärmung verspürt werden; die Temp. steigt in der Zeit von 5—30 Minuten nach Kieffer's Messung von 58°—97°, ohne daß eine Verbrennung gesetzt wird, da schon bei 55 Grad Schweißabsonderung und sofortige Verdunstung, also Abkühlung eintritt.

Die Dosis der Bestrahlung ist so zu wählen, daß die Schwelle der höchsten Leistungsfähigkeit der Zelle erreicht wird. Eine starre Dosierungsregel ist nicht möglich, die Wirkung korrigiert die Dosis. Bei Frauen, Kindern und blonden Individuen ist eine vorsichtige allmähliche Dosissteigerung am Platze. Im allgemeinen ist ein Minimum von 20 Minuten nötig, da erst von 10 Minuten ab eine Ausnützung der Intensität erfolgt, die bei 20 Minuten ihren Höhepunkt erreicht. Die Belichtung mit der großen Lampe bei Lokalapplikationen mittels Reflektoransätze darf nie ohne $^1/_3$ eingeschalteten Widerstand erfolgen, es ergibt sich (nach Angabe der Hersteller) sonst ungenügende Wärmeabfuhr, die S.-Röhre wird durch starke innere Ueberhitzung zerstört und ist damit wertlos. Im übrigen dient der verstellbare Vorschaltwiderstand zur Regulierung der Lichtstärke, die vor der Zündung zu bestimmen ist, und es empfiehlt sich zur längeren Erhaltung der Röhre die Einstellung im Durchschnitt auf $^2/_3$ Lichtstärke zu belassen.

Die Lichtbehandlung richtet sich nach der Art der Erkrankung. Schmerzlosigkeit erreicht man in der Regel schon in 1—3 Sitzungen von je 20—30 Minuten. Akute Entzündungsformen, Schwellungen, Trismus erfordern nach Angabe von Kieffer, Cemach und unseren Beobachtungen, bis zu 5 Applikationen chronische Prozesse entsprechend mehr. Wir verabfolgten in der Mehrzahl der Fälle tägliche Lichtbehandlung, dosiert von 20 Minuten bis zu 1 Stunde. Mit Ausnahme eines Falles, einer Verbrennung 2. Grades, wurde keine weitere Schädigung erzielt, trotzdem der Abstand des ausziehbaren Tubus von der Haut stets so gering wie möglich war. Die Insolation rief regelmäßig nach kurzer Zeit eine verschieden starke lokale Rötung (Hyperämie) von variabler Dauer hervor.

Durch Blau- und Rotfiltrierung wird eine entsprechende Therapie bezweckt. Das einfache Weißlicht wirkt hyperämisierend, schmerz- und schwellungslindernd und begünstigt rasche Granulierung; das Blaulicht anämisiert, stillt Blutung und Nachschmerz; Rotlicht hat antophlogistische Wirkung auf Hautaffekte entzündlich akuter Natur, und ist ein Antagonist gegen zu starke U.V.-Strahlung. Die Applikation der Lichtwärmestrahlung zieht für normale Fälle keine Grenzen. Bestrahlung ohne Tubus erfordert Augenschutz. Bei Farblichtbestrahlung (nur für das große Modell geltend) größerer Ausdehnung wird durch Montage eines besonderes Blendenschirmes der Abirrung reflektierender, weißer Strahlen vorgebeugt.

Die Erfahrungen in allen übrigen Gebieten der Medizin beweisen einstimmig die tiefe und langdauernde Hyperämie der leuchtenden Wärmestrahlen mittels der Solluxlampe.

Die besten Erfolge wurden in unserer Klinik überall da erzielt, wo diese Hyperämie therapeutisch verwertet wurde, vor allem vor und nach chirurgischen Eingriffen, Stomatitiden und sonstigen Schleimhautentzündungen, Periodontitiden und Schwellungen, wo es galt Infiltrationen und Exsudate zu beseitigen.

Wir stellten fest, daß die Lichttherapie erst nach Entfernung der lokal-schädigenden Momente (wie Zahnstein etc.) gute Resultate bringt. Auf jeden Falle behielten auch wir, gleich Kieffer, die Patienten zur Abkühlung nach der Bestrahlung noch ca. 15 bis 20 Min. in Zimmertemp. um zu starke Temp. Unterschiede und eine gegenteilige Beeinflussung der eben erzielten Hyperämie zu vermeiden.

Den physikalisch-chemisch-biologischen Ausführungen sollen nun hier aus einigen hundert lichtbehandelten Fällen, 50 kurz skizzierte, genauer beobachtete Krankengeschichten angereiht werden.

Pat. R. Karl, 24 Jahre.

Gingivitis marginalis in Gegend des unteren Frontzahngebietes: Starke Rötung des Zahnfleischsaumes, wenig Zahnstein, mehr weißlicher Belag, Blutung auf Druck, „brennende Schmerzen". Nach peinlichster Säuberung täglich. Bestrahlung. In 2 Lichtbehandlungen von 20 und 30 Min. ist Patient schmerzfrei, keine Blutung auf Druck mehr, allgemeine Entzündung im Rückgang. Nach 3 weiteren Sitzungen ist die Entzündung beseitigt, Zahnfleischpartien zeigen normale Durchblutung.

Pat. D. Heinrich, 31 Jahre.

Gingivitis hypertrophicans: des unteren und besonders des oberen frontalen Zahnfleisches. Stark gerötete aufgequollene Gingiva, teilweise stark die Zahnkronen überwuchernd. Auf Druck sofort Blutung aus Papillen, grauweißer Belag. Gründliche Reinigung, Kauterisierung der hypertrophischen Partien, Jodpinselung, täglich Bestrahlung: Nach 25 Min. der 1. Sitzung starke Hyperämie, geringe Blutung aus den gesetzten Wunden. Pat. empfindet ein „Brennen". 2 weitere $^1/_2$ stündige Insolationen reduzieren die Schmerzen allmählich, zur Rückbildung der Hypertrophie. Zur Beschleunigung

der Heilung nunmehr täglich H_2O_2-Massage. 4 weitere Belichtungen von 30—40 Min. bilden die Entzündung stark zurück, Blutung des Zahnfleisches nur bei stärkstem Drucke. Pat. wird nach 3 weiteren Sitzungen geheilt entlassen. Keine Schmerzen, Zahnfleisch normal. Zweifellos hat hier die Lichtwirkung auf H_2O_2 und Jod erheblich besser reagiert.

Pat. G. Martin, 24 Jahre.

Stomatitis ulcerosa. Starke Rötung, ulceröser Zerfall des Zahnfleischrandes. Auflockerung der Papillen, viel Zahnstein, Fötor. Säuberung, täglich Massage, sowie Jodoform nach täglicher Bestrahlung. Wiederum nach 1. Sitzung starke Hyperämie des Zahnfleisches, fötider Geruch nach 2 Sitzungen beseitigt. Entzündung klingt ab. Keine Schmerzen. Vier weitere Insolationen von 30—40 Min. und Massage beseitigen die Entzündung. Keine Blutung auf Druck, (gesunde Granulierung).

Pat. B. Marg., 22 Jahre.

Stomatitis ulcerosa (Anfangsstadium): Entfernung des schmierigen Belages, Jodierung des Zahnfleisches. Fötor nach 1. Sitzung beseitigt, Entzündung klingt in 2 folgenden Lichtbehandlungen ab, keine Schmerzen mehr. Pat. wird nach 2 Belichtungen von 40 Min. geheilt entlassen.

Pat. H. Karl, 22 Jahre.

Stomatitis ulcerosa: Starke Rötung, livide Verfärbung, viel Zahnstein und schmieriger Belag, Eiter aus Zahnfleischtaschen. Übliche Vorbehandlung, täglich Bestrahlung, Dosis: 25—45 Min. Entzündung wird gut beeinflußt, Schmerzen nach 2 Insolationen gering. Ätzung der eiternden Taschen (Chlorphenol), Massage (H_2O_2). Nach 5 weiteren Sitzungen normale Durchblutung der Zahnfleischpartien, geringes Sekret noch vorhanden. Nochmalige Ätzung und 3 Belichtungen heilen die Krankheit ab. Pat. wird mit 14tägiger Diätvorschrift (Rauchverbot, Enthaltung scharfer Speisen, etc,) geheilt entlassen.

Pat. L. Michael, 20 Jahre.

Stomatitis gangränosa: Schmieriger Zerfall der Zahnfleischränder, wenig Zahnstein, starke Entzündung, Fötor, brennende

Schmerzen, trotz tägl. Massage, 5 Belichtungen von je 30 Min., langsame Heilung. Fötor, Schmerzen beseitigt, doch hartnäckige Sekretion aus Taschen. Teilw. Excision der Taschen, Kauterisierung.

Vier weitere Belichtungen sind erfolglos. Verdacht auf beginnende Alveolarpyorrhoe. Zähne gelockert im Frontgebiet des Unterkiefers.

Pat. Sch. Johann, 23 Jahre.

Stomatitis ulcerosa: Rötung und Schwellung des Zahnfleisches, Auflockerung der Papillen, Ulcerationen. Tägl. Lichtbehandlung, Massage, Jodpinselung. Nach 3 Lichtsitzungen, Rückbildung der Entzündungsform, bei starkem Druck noch Zahnfleischblutung, allmähliche Festigung der Papillen, keine Schmerzen mehr. Nach weiteren 3 Bestrahlungen normale Durchblutung der Zahnfleischpartien. Pat. wird ohne Beschwerden geheilt entlassen.

Der größtenteils rasche und erfolgreiche Heilungsverlauf oben beschriebener derartiger Erkrankungen läßt zweifellos den günstigen Lichteinfluß langwelliger Strahlen, die wir in der Solluxlampe vorwiegend besitzen, erkennen. Bedingung ist, wie schon erwähnt, daß eine direkte Lichtwirkung auf die erkrankte Schleimhaut erfolgen kann. Gingivitiden werden so in kurzer Zeit geheilt, auch Stomatitiden bilden ein dankbares Objekt für die Behandlung mit Solluxlampe, jedoch ist ihre erfolgreiche Bekämpfung durch Lichttherapie allein nicht möglich, bestimmt bildet die Lampe, aber sowohl bei akuten, als auch chronischen Munderkrankungen einen bedeutenden therapeutischen Hilfsfaktor. Fötor, Blutung und lästige Schmerzen werden regelmäßig beseitigt, die Beeinflussung der allgemeinen Entzündung ist bei schweren Prozessen eine Zeitfrage. Solche Fälle chronischer Natur, besonders Alveolarpyotrhoen sind nach Erfahrung von Kieffer rascher und sicherer mit U.V.-Strahlenbehandlung anzugehen, durch deren stärkere baktericide Wirkung die Mikroorganismen stark geschädigt werden. Doch konnten wir bei einem nachfolgend zitierten Falle einer hartnäckigen schweren Zahnfleischerkrankung, oder mit alveolarpyorrhoischer Form auch mit unserer Solluxlampe eine günstige Beeinflussung feststellen. Die Schmerzen wurden jedenfalls beseitigt, die teilweise stark gelockerten Zähne gefestigt und der Pat. konnte in wesentlich gebessertem Zustande in auswärtige Ambulanz entlassen werden.

Pat. B. Meta, 16 Jahre.

Pat. wird nach erfolgloser auswärtiger Behandlung unserer Klinik überwiesen. Starke Verwahrlosung beider Kiefer, obere und untere Frontzähne stark gelockert, tiefe Taschenbildung mit Eiterentleerung auf Druck, massenhaft Zahnstein, Fötor, starke Schmerzen, beide Zahnreihen in funktionsunfähigen Zustande, Schwellung der Weichteile, Zungenbelag, doppels. Drüseninfiltration. Röntgenbefund: Alveolenschwund im Frontzahngebiet, osteomyelitische Einschmelzungen. Diagnose: Schwere Stomatitis ulc., mit anschließender chron. Osteomyelitis. Therapie: Gründliche Reinigung der Mundhöhle und Zahnreihe, Entfernung der periodont. abszedierenden Zähne $\frac{6, 2, 1, | 1, 2, 6,}{6, \quad | \quad 6,}$ tägl. Massage (H_2O_2). systematische Bestrahlung intraoral: rechts, links, frontal. Dosis 20—60 Min. Nach 5 Lichtsitzungen Festigung sämtlicher Zähne bis auf $\frac{3 | 3,}{3 | 3,}$ deren Taschen mit Chlorphenol geätzt werden. Fötor, Schmerzen beseitigt. Weitere 6 Lichtapplikationen. Entzündungsform stark zurückgebildet, Zähne gefestigt, keine Beschwerden mehr, lokale Entzündungsherde noch in Gegend $\frac{3 | 3}{3 | 3}$; keine Schwellung der Weichteile mehr, geringe Drüsenschwellung. Pat. wird aus pecuniären Gründen in auswärtige Behandlung als wesentlich gebessert entlassen. Der Erfolg der Lichtbehandlung war hier ein sehr guter. Das Resultat ist zwar der Bestrahlung nicht allein zuzuschreiben, doch können wir nach unseren Beobachtungen sagen, daß die kombinierte Therapie, d. h. die mechanische Behandlung in Verbindung mit Bestrahlung hartnäckig verlaufende Erkrankungen wesentlich abkürzt, es müssen u. E. aber erst die lokalschädigenden Momente (Periodont. Stümpfe, Zahnstein etc.) beseitigt werden.

Ein offenes Feld für die Heliothermie bietet sich dagegen bei akuten und chronischen Periodontitiden, sowie besonders nach operativen Eingriffen und deren Komplikationen während der postoperativen Perioden, ferner bei Neuralgien und erschwerter Dentition III. Mol.

Gerade bei Fällen akuter Periodontitis, ohne erfolgte Gewebserweichung, erzielten wir oft schon nach 20—30 Minuten

Bestrahlungsdauer vollständige Analgesie. Die günstigen Resultate sind in der schon oben erwähnten Reaktion der Hyperämie zu finden.

Pat. Dr. K. Theodor, 26 Jahre.

Periodontitis acuta circumscripta: Starke Schmerzen und Perkussionsempfindlichkeit an ⌈4, der vor Jahren überkront wurde; nach vorsichtiger Trepanation Bestrahlung. Nach 10 Min. verspürt Pat. Schmerzerleichterung. Lokalbegrenzte starke Hyperämie in 20 Min., leichte Schwellung, nach 30 Min. vollständige Analgesie. Krone kann in 2 Tagen schmerzlos entfernt und Wurzelkanal gereinigt werden. 2 weitere Bestrahlungen ermöglichen sofortige erneute Wurzelfüllung. Pat. wird entlassen, Zahn erst in 6 Wochen wieder überkront. Seither keine Beschwerden. Gerade hier wäre wegen starker Schmerzen eine Behandlung sehr schwierig gewesen, die Bestrahlung ermöglichte aber eine relativ rasche und schonende Therapie.

Pat. K. Theodor, 35 Jahre.

Akutes Recidiv einer chron. Poriodentitis; ausgehend vom gangränösen ⌈6. Leichte Schwellung, Drüseninfiltration, dauernder Schmerz bis zum linken Ohr. Stark berührungsempfindlicher Zahn wird unter Anästhesie seiner Füllung entledigt und gereinigt, tägl. Bestrahlung. Nach 15 Min. starke Rötung über der Schwellung, Pat. hat „spannendes Gefühl", die Wirkung des Suprarenins schwindet, Pat. hat große Erleichterung. Nach 20 Min. Ansteigen der Schmerzen, (gesteigerter Druck im Gewebe durch Injektion und nunmehr folgende Hyperämie). Zahn wird nach 2 je halbstündigen Bestrahlung gegen Druck und Klopfen reaktionslos. Nach einer 4. Sitzung (40 Min.) Wurzelfüllung. Seither keine Beschwerden, auch nach 8 Wochen nicht, wo Zahn gefüllt wird.

Pat. M. Gretel, 20 Jahre.

Periodotitis acuta marginalis: ⌉5 druck- und klopfempfindlich. Zahn vor 8 Wochen überkront. Zeitweise Schmerzen. 2 Bestrahlungen von 30 Minuten reduzieren die Empfindlichkeit. Lokale Jodpinselung und weitere 2 Belichtungen (30 und 40 Minuten), Zahn reaktionslos. Auch später keine Beschwerden mehr.

Die Jodpinselung scheint besonders auffallend die Lichtwirkung unterstützt zu haben.

Pat. M. Anni, 19 Jahre.

Periodontitis acuta apicalis (medikamentosa): Nach je 2 halbstünd. Bestrahlungen druckempfindlicher ⌐7| wieder fast funktionsfähig. 3 weitere Insulationen beseitigen die Beschwerden. Zahn wird gefüllt und bleibt unempfindlich.

Pat. F. Andreas, 38 Jahre.

Periodontitis acuta apic. circumseripta |⌐1 wird wegen Zahnersatz Wurzel behandelt. Plötzlich periodont. Schmerzen, bei Druck (Aufbiß) und Beklopfen. Therapie: Wurzelbehandlung, Bestrahlung. Nach einer halben Stunde wird |⌐1 schmerzfrei. Nach 2 weiteren Sitzungen (30, 40 Min.) keine Beschwerden, perkussionsunempfindlich, prov. fester Verschluß. Weitere 2 Lichtapplikationen ermöglichen die anstandslose Abschlußbehandlung (Stiftkrone), seither reaktionslos.

Pat. Dr. J. H., 42 Jahre.

⌐2 wurde wegen Stiftkrone devitalisiert. Nach 2 Tagen Schwellung, klopfender Schmerz, Zahn gelockert, subgingival fluktuierende Vorwölbung.

Diagnose: Beginnende Parulis (ex medicam.) Am r. Unterkiefer in Gegend ⌐2, Periodontitis acut. medicamentosa. Therapie: Incision, wenig blutiger Eiter. Nachschmerz; Solluxbehandlung. Nach 30 Min. stärkere dünnflüssige Sekretion aus Incisionswunde, leicht „ziehende Schmerzen", starke lokale Hyperämie. Nächster Tag: Pat. berichtet: nach Entfernung der Rötung (2 Stunden) erneute heftige Schmerzen. 35 Min. Bestrahlung, wohltuende Erleichterung schon anfangs, nach 30 Min. Analgesie, Rückgang der Schwellung. In 2 weiteren Sitzungen Schwellung beseitigt, glatte Heilung, ⌐2 völlig reaktionslos.

Pat. K. Joseph, 21 Jahre.

Periodontitis acuta apicalis circumscripta: Pat. bekommt an 1|1 Zahnersatz (Stiftkrone). Infolge Zeitmangel des Pat., forcierte Wurzelbehandlung und sofortige Beschleifung. Darauf

periodont. Schmerzen, und Druckempfindlichkeit an ⌋1⌊. 2 Bestrahlungen von 30 und 45 Min. gestatten erneuten festen Verschluß. Am 4. Tag kleine Schwellung über ⌋1⌊ (Infiltrat). Nach 3 weiteren Bestrahlungen Infiltrat beseitigt, ⌋1⌊ unempfindlich.

Pat. E. Ludwig, 10 Jahre.

Starke Schwellung der lk. Wange, die angeblich schon öfter unter Schmerzen auftrat.

Befund: Faustgroße Schwellung vom lk. Mundwinkel bis hint. Rand des Sternocleido-mastoideus und nach abwärts bis zur Halsdrüsengegend. Schwellung gut abgrenzbar in beiden unter. Quadranten, druckempfindlich in Gegend von ⌈6, der tief zerstört und gelockert ist.

Diagnose: Periodont. chron. circumscr., ausgehend von ⌈6. Therapie: Extraktion von ⌈6.; es entleert sich viel Eiter, H_2O_2-Spülung, Bestrahlung. Nach 1. Sitzung sehr starke Rötung, keine Schmerzen. Wegen darauffolgender leichter Verbrennung 2. Grades mit Blasenbildung (Pat. in schlechten Ernährungszustande) wird Bestrahlung unterbrochen, Salbenverbände. Normale Temp. Nach Abheilung der Verbrennung wird Pat. nach 3 vorsichtigen Belichtungen von 15—20 Min. geheilt entlassen. Schwellung beseitigt, noch leichte Drüseninfiltration, Bestrahlungsfeld zeigt lokale Pigmentation.

Pat. Sch. Karl, 18 Jahre.

Periodont. plastica non resorptiva: Schmerz beim Aufbiß und Beklopfen an überkrontem ⌈6. Röntgenbefund: Erweiteter Periodontalspalt, Verdichtung der Alveolarinnenkompacta. Therapie: Lokale Jodpinselung, täglich Bestrahlung. 3 extraorale Insolationen von 30—40 Min. werden angenehm empfunden, Pat. wird nach Eintritt der lokalen Hyperämie stets müde. Weitere 4 intraorale Belichtungen machen ⌈6 reaktionslos. Bemerkenswert ist, daß seit intraoraler Bestrahlung die anfängliche Ermüdung ausblieb.

Pat. Fr. Kath., 31 Jahre.

Periodontitis acuta purulenta: Wurzelbehandelter ⌈6⌊ stark berührungsempfindlich und gelockert. Schwellung der Weichteile,

klopfender Schmerz. Nach Entfernung der Füllung, peinliche Säuberung der Kanäle (Eiter!), Bestrahlung. In 1. Sitzung anfangs Schmerzen, die nach 20 Minuten verschwinden, starke Hyperämie; Berührungsschmerz von $\overline{6}|$ vermindert. 2 weitere Sitzungen nach vorhergehender Wurzelbehandlung festigen den Zahn, fötider Geruch der Kanäle beseitigt. Nach 5. Bestrahlung $\overline{6}|$ unempfindlich, prov. Verschluß — darauf akuter Nachschub, doch kein fötider Geruch. Weitere 3 Bestrahlungen ermöglichen anstandslose Wurzelfüllung, seither keine Beschwerden mehr.

Pat. Sch. Luise, 24 Jahre.

Periodontitis acuta apicalis: $|\underline{1}$ wird wegen Zahnersatz unter Anästhesie devitalisiert. Nach einigen Einlagen plötzlich starker Schmerz auf Druck in der Längsachse und Beklopfen. Beseitigung der Schmerzen nach 1. Bestrahlung Zahn noch klopfempfindlich. Kleine Schwellung (Injektionsinfiltrat) über $|\underline{1}$, leicht druckempfindlich. Trotz leichtem Klopfschmerz kann $|\underline{1}$ n. 2 Bestrahlung fest verschlossen werden, 3 weitere Sitzungen ermöglichen nach kurzer Zeit die Abschlußbehandlung. Seither keine Schmerzen.

Wertvolle Dienste leistete uns die Behandlung mit Solluxlampe nach allen operativen Eingriffen. Die wohltuende Wirkung begründet sich wohl darin, daß die anämisierende Wirkung des Suprarenins rasch aufgehoben wird, weil durch die Hyperämie eine gute Durchblutung der Gewebe stattfindet. Auch der erschwerte Durchbruch der unteren Weisheitszähne wird erfolgreich durch Wärmestrahlung angegangen, vor allem eine Reihe sich meist einstellender Komplikationen, bei denen früher alle Heilmethoden versagten, oder zeitraubende Behandlung beansprucht wurden. Schon der Trismus kann selbst bei einmaliger Bestrahlung häufig so günstig beeinflußt werden, daß eine genaue Untersuchung und sofortige eventl. Therapie in vielen Fällen ermöglicht wird, was früher höchstens durch Leitungsanästhesie oder schmerzhafte Dehnung einigermaßen erreicht wurde.

Pat. W. Fritz, 23 Jahre.

Pat. kommt mit einer Verdickung und Schmerz an $\overline{6}|$, der überkront wurde. Röntgenbefund: An distaler und medialer Wurzel scharf abgegrenzte Einschmelzungsherde. Diagnose:

Periodontitis chron. apic. purulenta. Therapie: Entfernung der Krone, aus Wurzelkanälen entleert sich dünnes Sekret, tägliche Bestrahlung.

Wegen beginnender Mundbodenphlegmone und Trismus 2. Grades, muß ⌈6 entfernt werden, wobei massenhaft dunkelrotes Blut abfließt (Hämatom), Wundbehandlung. Intraorale Blaulichtbehandlung beseitigt nach 20 Min. den Nachschmerz. 4 weitere Weißlichtbestrahlungen bringen die Schwellung zur Resorption; Kieferklemme, Schluckbeschwerden und Drüseninfiltration gehen nach 3 Bestrahlungen von je 50 Min. zurück.

Pat. Sch. Balthasar, 18 Jahre.

Ödematöse Schwellung der Oberlippe, pulsierender Schmerz an stark berührungsempfindlichen L⌋, subgingivaler Abceß. Diagnose: Parulis, infolge einer Periodont. acuta purul. Therapie: Incision, es entleert sich viel rahmiggelber Eiter, Wundbehandlung, Bestrahlung. — Bei den 1. Belichtungen noch Abfluß dünnen Sekretes, Schmerzen beseitigt. Nach weiteren 3 Bestrahlungen Rückgang der Schwellung, normale Heilung, keine Beschwerden mehr.

Pat. W. Kuni, 35 Jahre.

Dolor post extractionem — Nachblutung.

Extraktion von ⌈4, 5, 6, 7, untere Anästhesie. Leichte Nachblutung mit Schmerzen. 30 Min. Blaulichtbestrahlung. Anfangs ziehende Schmerzen, Blutung steht nach 25 Min., Schmerzen beseitigt.

Pat. K. Ruppert, 27 Jahre.

Schwellung über 2,1⌋, Schmerzen beim Aufbeißen. Heftiges Trauma vor 5 Jahren. Röntgenbefund zeigt ca. erbsengroßes Granulom über 1⌋. Diagnose: Periodont. chron. apic. Therapie. Wurzelspitzenresektion. Wegen zu großer Ausdehnung des Granuloms gegen den Zahnhals, verfällt der Zahn der Zange. Dolor p. op. wird intraoral bestrahlt. Nach 10 Min. starke Hyperämie an Operationsfeld ein „Brennen“. Livide Verfärbung. In 20 Min. beseitigt, Anästhesiewirkung läßt nach. Nach 30 Min.

Schmerz bis auf „leichtes Ziehen „beseitigt". Heilung per primum intentionem nach 4. Bestrahlung.

Pat. W. Adam, 18 Jahre.

Extraktion von tiefzerstörtem $\frac{6|}{|6}$ in Anästhesie Nachschmerz an $\overline{6|}$ wird per os bekämpft mit Weißlicht. Hyperämie nach 20 Min. Schmerzen reduziert — Pat. kommt wieder mit Nachblutung und Schmerzen an $\overline{6|}$. Wundbehandlung Blaulichtbehandlung intraoral. Nach 20 Min. steht die Blutung, darauf weitere Bestrahlung per buccam. Schmerzen nach 15 Min. beseitigt, Pat. kann ohne Tamponade entlassen werden.

Pat. W. Otto, 23 Jahre.

$\overline{|5}$ tief zerstört wird unter Anästhesie ausgemeißelt. Starker Nachschmerz. Wegen unerträglich werdender Schmerzen (20 Min. Weißlicht) wird Bestrahlung abgebrochen und Campher-Chlorphenoltampon gelegt.

Bat. S. Käthi, 21 Jahre.

Dentitio diff. III. Mol.: Pat. kommt mit Schwellung der lk. Wange, leichten Trismus, starken Schmerzen, Fötor ex ore. $\overline{|8}$ wird wegen Platzmangel und gingival. Ulcerationen mittels Keilzange entfernt. 2 Lichtsitzungen von 20 und 30 Min. erzielen vollständige Analgesie. Trismus nach weiteren 3 Insolationen beseitigt, glatte Heilung, seither ohne Beschwerden.

Patient L. Hugo, 24 Jahre.

Starke Schmerzen ausgehend von $\overline{8|}$. Ueber distalem Höcker ulceröser Lappen, Fötor. Diagnose: Dentitio diff. . Therapie: Um Komplikationen zu vermeiden wird $\overline{8|}$ entfernt, anschließend Bestrahlung wegen schmerzhafter Drüseninfiltration. Nach 10 Min. starke Hyperämie, leichte Schwellung in regio submaxillare. Rückgang der Schmerzen nach 25 Min. . 2 weitere halbstündige Sitzungen beseitigen die Drüseninfiltration. Pat. ist nach der 6. Bestrahlung beschwerdefrei.

Pat. A. Helen, 22 Jahre.

Schwellung und Schmerz bes. bei seitlicher Berührung ausgehend von tiefzerstörtem $\overline{6}|$ Diagnose: Periodont. ac. diff. Therapie: Entfernung von $\overline{6}|$, Lichtbehandlung wegen Schwellung der beiden oberen Gesichtsqudranten. Nach 20. Min. schmerzfrei, nächster Tag akuter Nachschub. 2. Bestrahlung (40 Min.): nach 15 Min. Analgesie bis auf leichtes „Ziehen". Rückbildung der Schwellung durch weitere 3 Bestrahlungen.

Pat. W. Konrad, 21 Jahre.

Extraktionshindernis bei Entfernung von $\overline{|5, 6}$ wegen verkrümmter Wurzel; deshalb Ausmeiselung; Pat. kommt mit Nachschmerz; Lichtbehandlung. Livide Verfärbung des Operationsfeldes, nach 20 Min. beseitigt, (starke Hyperämie). Nach 2tägiger Lichtbehandlung ist Pat. beschwerdefrei, normale Vernarbung.

Pat. N. Ludwig, 25 Jahre.

Dentitio diff. III Mol. . $\overline{|8}$ kann wegen Platzmangelstark nach distal gedrängten $\overline{|6, 7}$ nicht durchbrechen. Starker Schmerz Schluckbeschwerden, Schwellung der submaxillaren Region, leichter Trismus. Extraktion von $\overline{|8}$. Nach 30 Min. Bestrahlung Analgesie, Schwellung leicht vergrößert (Hyperämie). Weitere 2 Lichtsitzungen beseitigen Trimus, Schwellung geht zurück. Nach 4. Bestrahlung wird Pat. ohne Beschwerden und mit geringer Schwellung entlassen.

Pat. A. Elsbeth, 31 Jahre.

Periodont. $\underline{|8}$ kann wegen Wurzelanomalie nicht behandelt werden. Zahn gelockert, empfindlich auf Druck und Beklopfen. Therapie: Jodpinselung, tägliche Bestrahlung. Nach 2 Sitzungen starke Schwellung der linken Wange und Temporalgegend, Trismus 1. Grades, erhöhte Temp. Wegen Verdacht auf Phlegmone wird $\underline{|8}$ entfernt, Wundbehandlung: Bestrahlung. Nach 4 Belichtungen Rückgang der Schwellung, normale Temp.; Pat. wird nach 8. Bestrahlung ohne Beschwerden entlassen.

Pat. M. Elise, 28 Jahre.

Wurzelspitzenresektion über ⌊4. Nachschmerz wird mit Licht behandelt. Nach 20 Min. leichte Rötung, die Schmerzen verschwinden. 2 weitere Lichtsitzungen fördern die glatte Wundheilung.

Pat. St. Richard, 20 Jahre.

Wurzelspitzenresektion über ⌈1. Nachschmerz wird mit Blaulicht angegangen. Nach 25 Min. unter „stärkerem" Ziehen, Abklingen der Schmerzen, Analgesie nach 30 Min. Pat. benötigt keine weitere Bestrahlung.

Pat. K. Betti, 24 Jahre.

Delor post op. (Wurzelspitzenresektion 5, 4⌋) mit Blaulicht per buccam bestrahlt. Trotz 35 Min. kein Erfolg, deshalb Weißlicht. In 1. Sitzung leichte Sekretion aus der Wunde, starke Hyperämie. Rückgang der Schmerzen. Das dauernde „belzige Gefühl" an 4⌋ ist behoben. Vollständige Analgesie nach 2 je halbstündigen weiteren Belichtungen, darauf glatte Wundheilung.

Pat. N. Maria, 24 Jahre.

Blaulichtbehandlung einer Nachblutung an Extraktionswunde ⌊6. Nach 15 Min. „ziehende Schmerzen" (Anämie) Blutung steht in 20 Min. Pat. kommt nachmittags wieder mit Nachblutung und Schmerzen. Nach Wundbehandlung wieder Blaulichtbestrahlung. Schmerzlinderung in 15 Min., jedoch Blutung nach 30. Min. noch vorhanden. Es wird Tamponade gelegt, Pat. ist schmerzfrei.

Pat. P. Max, 23 Jahre.

Schwierige Extraktion von ⌊6, leichte Nachblutung. Intraorale Blaulichtbehandlung. Blutung steht nach 20 Min. Zur Kontrolle wieder bestellter Pat., hatte keine Blutung mehr. Wunde normal.

Pat. W. Kuni, 27 Jahre.

Nachschmerz p. op. (Extraktion von $\overline{\lceil 4, 5, 6, 7}$) mit Weißlicht (30 Min.) ohne Erfolg bekämpft. Versuch mit

Blaulicht per os. Schmerzen nach 20 Min. beseitigt, darauf 15 Min. Bestrahlung per buccam. Wiederbestellter Pat. hatte seither keine Schmerzen. Wunde normal.

Pat. Kath., 33 Jahre.

Schwellung am rechten Unterkiefer, starke Drüseninfaltration, Druckempfindlichkeit in Gegd. $\overline{6,5}|$, Fluktuation. Röntgenbild zeigt Aufhellung der ganzen Spongiosa in Gegend $\overline{6-3}|$, diese stark gelockert, entleeren auf Druck Eiter. Diagnose: Tuberculöser Durchbruch nach außen, frühere Infektion, anschließend osteomyelitische Einschmelzungen. Therapie: Incision, viel Eiter, $\overline{6,5}|$ werden entfernt, Wundbehandlung. Nach langwieriger Wundbehandlung extraoraler Fistelgang r. vom Kinn, Lichtbehandlung. In den ersten Sitzungen stärkere Sekretion nach 5. Bestrahlung, (50 Min.) Eintrocknung und Borkenbildung des Fistelmaules. In 4 weiteren Sitzungen Abfall der Krusten, sternförmige Narbe, Verkleinerung der Fistel. Nach 11. Bestrahlung wird Pat. geheilt entlassen. Fistel geschlossen, gute Epithelialisierung, keine Beschwerden, glatte Heilung.

Pat. M. Gottfried, 54 Jahre.

Knotige Geschwulstverhärtung an r. Kinnseite und 2 Fistelgänge an alter Operationsnarbe. $\overline{1|1}$ stark gelockert. Diagnose: Verdacht auf Aktinomykose. Therapie: Entfernung von $\overline{1|1}$, viel Eiter mit graubraunen Körnern. Energische Auslöffelung der Wunde und Fistelgänge, tägliche Bestrahlung. Pat. Befund: Aktinomykosis. In ersten Bestrahlungen starke lokale Hyperämie, Sekretion aus Fistelgängen, verhärtete Geschwulst erweicht keine Sekretion mehr, allmählige Vernarbung, Rückgang der Schwellung. Fistel nach 11. Sitzung sternförmig vernarbt, geringe Geschwulst, gut verschieblich. Pat. wird geheilt in auswärtige Ambulanz zur Beobachtung entlassen, keine Beschwerden.

Pat. D. Johanne, 39 Jahre.

Periodont. chron. apicalis: Schwellung über $\underline{1}$, Schmerzen, Zahn leicht gelockert. Wegen erfolgloser Wurzelbehandlung, Wurzelspitzenresektion. Anästhesie läßt rasch nach, starker Nachschmerz, 40 Min. Weißlichtbestrahlung. Abnahme der Schmerzen, gute Hyperämie Schwellung der Oberlippe. Pat. schläft unter der

Lampe ein und ruht eine Stunde. Nächster Tag keine Schwellung und Schmerzen, Normale Wundheilung. Pat. wird nach 2 weiteren Belichtungen entlassen.

Pat. Gr. Alexa, 34 Jahre.

Subgingivaler Absceß über ⌊2. Röntgenbefund: Etwa bohnengroßer Herd über ⌊2. Diagnose: Periodont. chron. apic. purul. Therapie: Wurzelspitzenresektion; kompliziert durch starke Blutung, Wundbehandlung: Bestrahlung. Auf 1. Bestrahlung (20 Min.) „stechende Schmerzen" in Operationswunde. Rückbildung der Schwellung nach 4. Bestrahlung, zeitweise geringe Schmerzen. Vollständige Analgesie nach 5. Sitzung. Nunmehr gute Heilung, Pat. wird nach 6. Bestrahlung ohne Beschwerden entlassen.

Außer diesen in der täglichen Praxis häufig vorkommenden Fällen, erzielten wir auch bei einer Neuralgie mit lästigen Schmerzen ein gutes Resultat. Nach Kieffer soll unzweifelhaft bei Neuralgie der Lichteinfluß günstig auf die Endorgane der sensiblen Nerven wirken. Es gelang ihm selbst bei alten Trigeminus-Neuralgien in 4—5 Sitzungen derartige Analgesie zu erreichen, daß auch 9 Monate nach der Bestrahlung keine Beschwerden mehr auftraten. Nach ihm handelt es sich hierbei vor allem um eine Verbesserung des Stoffwechsels in den erkrankten Gebieten, was er damit beweisen will, daß Trigeminus-Neuralg., bei denen die betreffenden Gewebe durch Alkoholinjektionen in ihrer histologischen Struktur verändert sind, wenig oder fast gar nicht beeinflußt werden konnten. Besser als die Lichtbehandlung dürfte die Neuralgie durch Röntgenstrahlen zu beeinflussen sein, wie wir aus eigener Erfahrung feststellen konnten und wie auch aus der Literatur hervorgeht.

Pat. K. Emil, 48 Jahre.

Schmerzen über der linken Gesichtshälfte, zeitweise wie „Nadelstiche" auftretende, heftige Schmerzen. Diagnose: Trigeminus-Neuralgie II R. Therapie: tägliche Lichtbehandlung. Anfangs in 1. Sitzung große Erleichterung, nach 20 Min. (starker Hyperämie) ansteigende Schmerzen vom lk. Mundw. bis Ohr und Temporalgegd. 3 weitere Sitzungen von 20—30 Min. erzielen abwechselndes Verschwinden und Auftreten der Schmerzen. Erst 6. Bestrahlung bringt Schmerzlinderung, von da ab völlige Anal-

gesie, die während der übrigen 3 Lichtapplikationen anhält. Pat. wird geheilt entlassen; nach 8 Wochen Wiederbestellung, keine Beschwerden mehr.

Wenn wir auch nicht wie Kieffer nach den ersten Sitzungen schon Stillstand der Beschwerden erzielten, so erreichten wir doch bestimmt eine sofortige große Erleichterung. Die auch in diesem Falle stark aufgetretene Hyperämie sorgte zweifellos für eine gute Durchblutung der erkrankten Gewebe. Behring bezeichnet auf Grund seiner Untersuchungen die Steigerung des Stoffwechsels als Hauptheilfaktor der Lichtwirkung, bestehend spez. in einer Steigerung der reduzierenden und oxydierenden Prozesse im Gewebe, einer Vermehrung der roten Blutkörperchen und Steigerung des Haemoglobingehaltes, verbunden mit Erhöhung der Außen- und gleichzeitigen Abfall der Innentemperatur.

Zuletzt sei es mir noch gestattet, den bemerkenswerten Erfolg einer Rotlichtbehandlung bei akuten bläschenförmigen Ekzem anzuführen.

Ich bekam plötzlich an Mittel- und Zeigefinger der r. und kleinen- Gold- und Mittelfinger der lk. Hand starke Schmerzen, Rötung und Auftreibung der Epidermis, am Paronychium spannendes Gefühl in den Finger. Nach zwei Tagen ekzematöse Bläschenbildung an sämtl. Fingern, außer den Daumen beider Hände. Diagnose: Paronychie, vermutlich Toxidermie (Trikresol-Formalin). 8tägige Wasser- Seifendiät, Rückgang des Ekzems. 3 Wochen später erneuter Rückfall. Starke Entzündung sämtlicher Finger, gelblich-seröses Nässen, Borkenbildung. Nach fachärztlicher Vorschrift zunächst 30%ige Alkoholumschläge. Wegen langwieriger Heilung Rotlichtbehandlung. Zunächst nach 15 Min. stärkere Sekretion der nässenden Stellen, leichte Schmerzen im Paronychium. Daraufhin Weißlichtbehandlung: Nach 20 Min. Eintrocknung der nässenden Herde; es erfolgt wieder Rotlichtbestrahlung und innerhalb kurzer Zeit bildet sich nach Rückgang des Ekzems an allen entzündeten Fingern ein feines Häutchen.

Nach erfolgter Abschuppung zeigt sich allgemeine Epidermisierung. Weitere Weißlichtapplikation von 30 und 40 Min. reduziert die schmerzhafte Entzündung. Abheilung des Ekzems nach 8 Tagen. Bisher keinen Rückfall.

Wenn auch im vorliegendem Falle das Licht kein Allheilmittel war (Alkohol- und Salbenverband), so ist doch die durch Rotlicht hervorgerufene stärkere Sekretion und sichtbare Eintrocknung durch folgende Weißlichtbehandlung ein bemerkenswertes Resultat. Das hartnäckige Ekzem, das zweimal Rückfälle hervorrief, wurde durch heliothermische lokale Therapie so günstig beeinflußt, daß eine gründliche Abheilung erfolgen konnte und vor allem ist in die Augen fallend, daß seit Durchführung der Lichtbehandlung eine erheblich beschleunigte Besserung der Erkrankung erzielt wurde.

Der Indikationsbereich ist in der Dermatologie für lokale Lichttherapie nach Ansicht Meyer's größer als für Totalbestrahlung. Sie dient aber lediglich als unterstützender Heilfaktor neben der üblichen Medikation, durch ihre symptomatische Hilfe bietet sie aber eine bequeme, schmerzlose und saubere Anwendung.

Nach Malten, Thedering u. a. wird das akute, bläschenförmige Ekzem von der U.V.-Behandlung ausgeschlossen, da die kurzwelligen Strahlen die Reizung der schon gereizten Haut erhöhen. Gerade, wo eine milde, antiphlogistische Behandlung gefordert werden muß, sind von den Autoren die Wärmestrahlen bezw. das Rotlicht hierfür empfohlen worden.

Eine zusammenfassend rückblickende Kritik der therapeutischen Lichterfolge in unserem Falle ergibt:

1. Bei allen Gingivitiden und Stomatitiden rasche und glatte Heilung.

2. Bei Stomatitiden schwerer Natur neben der üblichen Medikation einen günstigen Einfluß bezüglich der Heilung.

3. Periodontitiden und entzündliche Affektionen, sowie Schmerzen werden erfolgreich bekämpft, chirurgische Komplikationen oft rasch beseitigt.

Die oben beschriebenen, genau beobachteten Fälle, bilden, wie schon erwähnt, nur eine aus bestimmtem Zeitabschnitt entnommene Auswahl unserer zahlreichen Lichtbehandlungen, die fast durchwegs die gleichen günstigen Resultate erbrachten.

Zur besseren Übersicht unserer zitierten Fälle diene folgende Tabelle:

Behandlung	Fälle	Erfolge	%	Mißerfolge	%
Weißlicht	41	35	85,4	6	14,6
Blaulicht	8	6	75	2	25
Rotlicht	1	1	100	—	—
Insgesamt	50	42	—	8	—

Der Tabelle zufolge könnte man dem Weißlicht demnach den günstigsten Einfluß zusprechen, da 85,4 % Erfolgen nur 14,6% Mißerfolge gegenüberstehen.

Das Blaulicht erzielt nach unserer Beobachtung bei intraoraler Dauerbestrahlung bessere Resultate, sein therapeutischer Wert ist nicht zu unterschätzen.

Die einzelne Rotlichtbehandlung kann nicht beurteilt werden, doch ist nach Ansicht vieler Licht-Therapeuten dem Rotfilter eine beruhigende, schmerzstillende und entzündungshemmende Wirkung nicht abzusprechen.

Eine genaue Durchschnittszahl läßt sich aber bisher nicht festlegen, es müßten auch von anderer Seite ähnliche Tabellen über Lichtbehandlungen mit Solluxlampe angefertigt werden.

Lichtschädigungen besonderer Art wurden nicht beobachtet, es wurde eine leichte Verbrennung 2. Grades bei einem 10jährigem, blassen Kinde (schlechter Ernährungszustand) gesetzt.

Die modifiziert gefilterte Lichtapplikation ist also allgemein indiziert:

1. mit Weißlicht bei sämtlichen entzündlichen Prozessen, Schwellungen, Schmerzen (dolor post op.) und Wundbehandlung und Affektionen, bei denen eine Hyperämietherapie gute Erfolge verspricht.

2. Blaulicht: womöglich intraorale, lokale Bestrahlung zur Erzielung einer Anämie, zur Bekämpfung der Schmerzen, Blutungen (intra et post operationem) und Neuralgien.

3. Rotlicht (womöglich im Dunkelzimmer) zur Behandlung von Hautaffektionen als reizmildernde entzündungshemmende Therapie.

Die Indikation zur langwelligen Lichtbehandlung bietet also der Medizin, wie auch besonders der Zahnheikunde ein weites Feld; doch ist sie beschränkt auf die erfolgreiche Behandlung bei akuten Prozessen bis zur höchstens günstigen Einwirkung auf chronische Formen. Im letzterem Falle muß die übliche, sonstige Medikation mitwirken.

Der wirtschaftliche Betrieb der Lampe beziffert sich nicht hoch. Großes Modell: 1 KW./Std., kleines Modell: 0,3 KW./Std. Besonders hinsichtlich der einfachen und schonenden Behandlungsmethode wird sich der Apparat bald amortisieren. Der Stromanschluß beliebiger Stärke ist ohne Einfluß, jedoch empfiehlt sich in diesem Falle eine Ersatzröhre in Reserve zu halten, denn defekte Solluxröhren sind wertlos.

Ein Vergleich therapeutischer Wirkung verschiedener Lichtquellen spricht selbstverständlich zugunsten des natürlichen Sonnenlichtes.

Die einwandfreien glänzenden Heilerfoge Bernhard's und Rollier's sind bemerkenswert und haben zweifellos die moderne Lichttherapie auf ihre hohe Stufe gebracht; doch bedenken die Autoren nicht, daß sie in bevorzugten Gegenden den Höhenwert der Sonnenintensität voll ausnützen und die Sonnentherapie der Ebene weit übertreffen, daß weiterhin nur langwöchentliche, dauernde Insolationen Erfolge zeitigen, die wegen klimatischer Verhältnisse und häufiger Unregelmäßigkeit der Intensität der Sonnenlichttherapie der Ebene oft fehlen und daß zuletzt die Ausnützung derartiger Höhenkuren aus materiellen Gründen der Allgemeinheit nur in beschränktem Maße zugänglich ist.

Alle diese Tatsachen führten zur Konstruktion künstlicher Lichtquellen und das Verdienst Finsen ist es, seinen therapeutischen Wert erkannt zu haben. Doch ist auch seine Apparatur sehr umständlich in der Bedienung und kostspielig. Einen wesentlichen Fortschritt brachte neben anderen Strahlen die Bach'sche Quarzquecksilberdampflampe, die durch ihren U.V.-Strahlenreichtum gute Erfolge zeitigt. Dazwischen liegt die Entdeckung der Kohlenbogenlampe, die jedoch trotz zweckmäßigster Konstruktion zu viele Nachteile bietet, wie rascher Verbrauch der Kohlenstifte, umständliches Erneuern, belästigende Ausdünstung beim Gebrauch. Auch die Ozonbildung der Quarzlampe ist oft unangenehm und nicht immer, besonders in der Dermatologie, ist

die reizende U.V.-Strahlung erwünscht, wenngleich sie in vielen anderen Fällen Erfolge verspricht. Ein praktisches Modell ist auch die Kromayer'sche Quarzlampe die wegen ihrer Handlichkeit und lokaler Bestrahlungsmöglichkeit erfolgreich in der Zahnheilkunde Verwendung findet.

In dem Bestreben einer möglichsten Erzielung des natürl. Sonnenspektrums bei künstlichen Lichtquellen, fand man, daß nicht nur kurzwellige, sondern auch langwellige Strahlen therapeutische Fähigkeiten besitzen. Die vorangehenden theoretischen Ausführungen über die verschiedenen Reaktionen sichtbarer Strahlen beweisen, daß diese Erkenntnis wohl begründet ist. Es wurden nunmehr beide Lichtstrahlenarten verwendet in der sogen. s ztigen Hagemann'schen Konstruktionsergänzung, heute durch die Solluxlampe.

Und wenn wir heute noch langwellige Strahlen, vor allem zur Erzeugung thermischer Wirkungen verwenden, ist dennoch jeder Zweifel haltlos, selbst nach der irrtüml. Feststellung, daß kurzwelliges Licht chemische und langwelliges Licht thermische Wirkungen besitzt, die Reaktion der zwischen beiden Extremen liegenden spektralen Strahlengruppen auf Stoffwechsel und Gewebe gänzlich zu verneinen und solche Strahlen zw. 300 und 400 $\mu\mu$ finden wir auch im Spektrum der Solluxlampe, wenngleich die aus Glas bestehende Röhre ihre eigentliche Wirkung ausschaltet. Der Unterschied zwischen beiden Extremen besteht eben darin, daß der kurzwellige Spektralteil, der blauen, violetten und ultravioletten Strahlen die sogen. Erythemtherapie, der langwellige Teil, rote und ultrarote Strahlung, die bekannte Hyperämietherapie zur Folge haben.

Zweifellos wissen wir bei Anwendung von Wärmestrahlung, daß die erzeugte Hyperämie von tiefer und langdauernder Wirkung nicht nur ein angenehmes, schmerzstillendes Gefühl bei den Patienten auslöst, sondern auch ein wirksames, schonendes Heilmittel in der Hand des Arztes gegen viele bisher vergeblich angegangene Beschwerden bildet. Und sicher wird bald „trotz der heutigen beschämenden Tatsache" um mit W. Hausmann zu reden, die jetzt noch vielfach entfernt liegende theoretische Erklärung, dem empirisch Gefundenen gleichen Schritt halten, wenn es gelingt, die physikalischen und chemischen Grundlagen der Lichtwirkung einwandfrei auf die Biologie zu übertragen und deren Reaktionen durch experimentelle Beweise zu stützen.

Für die gütige Uebernahme des Referates und die liebenswürdige Unterstützung während meiner Arbeit sage ich Herrn Prof. Dr. Hauenstein, sowie Herrn Prof. Dr. Gudden und Herrn Prof. Dr. Schübel meinen ergebensten Dank.

Literatur-Verzeichnis.

E. Schmidt: Kopentium der Lichtbehandlung.

L. Pincussen: Biologische Lichtwirkungen, ihre chem. und phis. Grundlagen.

W. Hausmann: Grundzüge der Lichtbiologie und -Pathologie.

O. Bernhard: Sonnenlichtbehandlung i. d. Chirurgie, N. D. Neudeutsche Chirurgie Bd. 23.

H. Guthmann: Phys. Grundlagen d. Lichttherapie, Sonderb. z. Strahlenther. Bd. 10, 1927.

Liebert: Die Lichttherapie in der Veterinärmedizin, Strahlenther. Bd. 3, 1913, Heft 2.

Kindermann; Die „Solluxlampe" nach Dr. Cemach, D. T. W. 24, Nr. 10.

Kautz: Neuere Ergebnisse der natürl. u. künstl. Heliother., Schmidt's Jahrb. d. M. 1922

Kolb: Neue Bestrahlungslampen für konstitut. Strahlenther. m. sonnenähnlichen Lichte. Strahlenther. Bd. 12. H. 4, S. 994.

Hausmann und R. Volk: Handbuch und Lichtther. 1927.

Wehlau: Wärme und Licht b. Behandlung v. Zahn-, Mund- und Kiefererkrankungen m. d. Solluxlampe Z. R. Nr. 6.

Roghé: Hyperämie i. d. Zahnheilkunde. D. Z. W. 23 H. 7.

H. Hammer: Wärmeapplikation i. der chirurg. Zahnheilkunde. Korresp. Bl. f. Z. 26 H. 4.

Georg Liebe: Die Lichtbehandlung i. d. deutsch. Lungen-Heilanstalt Denkschrift.

A. Jesionek: Die Reizwirkung d. Lichtes u. ihre ther. Indikationen.

Peemöller: Biol. Lichtwirkungen beim gesunden und kranken Menschen unt. bes. Berücksichtigung d. Rachitis. Sdbd. Strhlth. Bd. XX 1925

A. Laqueur: Die Praxis d. phs. Ther. 1926.

Peemöller und Dannmeyer: Der therap. Wert unserer künstl. Lichtquellen und Lichtfilter. M. Kl. 1923 Nr. 29.

Dannmeyer: Intensitätsbestimmungen im hygietor. Bereich gew. U.V.-Strahler, Strahlenther. Bd. 22. 1926.

Blessing: Ueber die Bedeutung der Heliothermie als Hilfsmittel f. d. z. Therapie Z. R. 24, , 36.

Kraus: Strahlenbehandlung v. d. Urzeit bis heute 1925.

Kieffer: Die biol. und klin. Bedeutung der Heliother. i. d. Z. 1925.

R. Müller: Beitrag z. Heliotherapie Z. R. 24 Nr. 24.

R. Leix: Eine krit. Betrachtung d. versch. Bestrahlungsapparate. M. Z. f. Z. 27 H. 7.

Ps. Meyer: Der derzeit. Stand d. Behandlg. mit künstl. Licht i. d. Dermatol. m. bes. Berücksichtig. d. biol. Grundlagen. Z. Bl. f. H. &. Geschl. Krankh. Bd. 22 H. 11/12.

Thedering: Das Quarzlicht u. s. Anwendg. i. d. Med. 1925.

Bach: Bestrahlung m. Quarzlampe „künstl. Höhensonne".

Noak: Photochem.-Unters. an fluoresz. Farbstoff. Photogr. Korr. Bl. 62 Nr. 2

M. Golopp: Licht- und Strahlenbehdlg. d. Alveolarpyorrhö. Z. R. 22 H. 14.

Heusner: Neues über Licht u. Lichtapp. Th. M. H. 1918. H 14.

Cemach: Die Indikation d. Photother. b. akut. Mastoid.

— Die Glühlichtbehandlg. entzündl. Erkrankg. d. Luftwege. M. Sch. f. Ohrenh. u. L. Rh. 21.

— Die Photother. und ihre Bedeutg. f. d. Ohrenh. M. f. O. u. R. 1919 H. 6/8.

Freund: Lichtbehandlg. d. Migräne W. Kl. W. 42, 739.

Nürnberg: Med. Klin. 1923 Nr. 8

Oeken: Die Anwendg. d. Wärmestrahlen i. d. Ohrenh. Therap. Halbmtsschr. H. 1920.

Ziegler: Ueber d. Wirkung d. künstl. Höhensonne a. d. Gesamtorganismus. Strahlentherap. Bd. 14. H. 1

Dorno: Ueber U.V.-Strahlg., Strhlth. Bd. 14, 25.

Hausmann: Die allgem. Grundlg. d. Lichttherap. W. W. Nr. 34/35

Schrötter: Neuere Arbeiten über d. Wirkg. d. Licht- und Wärmestr. a. d. Org. Strhlth. Bd. 16, H. 1

Landgraff: Ueber die Verwendg. d. verbrennungsfr. U.-Sonne b. d. Behandlg. v. Te. 1923.

Riedel: Lichtbiol. und Therap d. chirurg. Tb. Strhlth. Bd. 13, H. 2. S. 447.

Hauser: Hilfsm. f. d. Mikroskop. im auffallenden Lichte bei biol. Unters. Bdl. f. H. u. F. 27.

Münzesheimer: Die Lichttherapie i. d. Zahnheilkunde. Z. R. 24, 12.

Landecker: Die Bedeutg. d. Lichttherap. i. d. Zahnheilk. Z. M. 24, 22.

F. Sachs: Die Rachitis und ihre Therapie im Lichte nach Forschungen, Nov. 1924.

P. Mulzer: Kompent. der Haut u. Geschl. Kr. 1923.

Mönckeberg: Lehrbuch d. allgem. Pathologie.

Finsen: Über d. Bedeutg. d. chem. Strahlen des Lichtes für Med. u. Biol. Leipzig 1899.

Dr. Gg. Gehloff: Lehrbuch d. techn. Phys. Bd. 2.

O. D. Chowlson: Lehre v. d. strahl. Energie.

Bernhard: Die Heliotherap. i. Hochgebirge.

Neuberg: Biochem. Zeitschr. Bd. 13. 1908.

v. Tappeiner: Ergebn. d. Physiologie Bd. 8 1904.

Glitscher: Strahlentherap. Bd. 9 1919.

Freund: W. klin. W. Nr. 5 1912.

Hausmann: Fortschr. d. naturwissenschfl. Forschg. Bd. 6 1912.

Hertel: Zeitschr. allgem. Physik Bd. 5 1905.

Thiele u. Wolf: Arch. f. Hyg. Bd. 57, 1906, 60. 1907.

Bie: Mitt. Finsens med. Lichtinstitut 1904.

Jodelbauer: Biochem. Zeitschr. Bd. 3, 1907.

Hertel: Naturwissenschaftl. W. Bd. 22, 1907.

Bering: Strahlentherap. Bd. 3, 1913.

Glitscher: Die Absorption d. s. Lichtes i. d. Haut, Strhl. Th. 1919, Bd. 9 H. 1.

Heuser u. Vahle: Die Abhängigkeit d. Lichterythems u. d. Pigmentbildung v. d. Wellenlänge d. erreg. Strahlung. Strhl. Th. 1921, Bd. 13, H. 1.

Hausner: Das Licht als Heilmittel, Prometh. 1916.

Jesionek: Lichttherapie, Mchn. med. W. 1904, 19.

Sauerbruch: Die Behandlung chirurg. Erkrankungen mit künstl. Lichte. Zürich 1904.

Lebenslauf.

Geboren am 20. August 1904 zu Furth i. W. Bayern, als Sohn des Oberveterinärrates Karl Befelein und der Frau Antonie Befelein, geb. Senger, besuchte ich die Volksschule zu Furth und Regen (bayr. Wald) 4 Jahre, das human. Gymnasium zu Burghausen von 1914—1923 und ging am 1. Mai 1923 als Studierender der Tierheilkunde an die Universität zu München. Vom 2. Februar 1924 bis 1. Oktober 1924 war ich beim Reichsheer. Am 8. November 1924 belegte ich zu München als Studierender der Zahnheilkunde, unterbrach vom 12. 10. 25 - 17. 5. 26 das Studium zum Zwecke einer Auslandsreise und machte nach Anrechrechnung (lt. minist. Entschl. v. 4. 5. 26) eines vierten vorklinischen Semesters zu Ende des S. S. 1926 zu München und Anfang W.S. 26/27 zu Erlangen meine zahnärztliche Vorprüfung. In Erlangen, wo ich seit 6. November 1926 immatrikuliert bin, legte ich nach Abschluß von 3 klinischen Semestern meine zahnärztliche Prüfung vorschriftsmäßig ab.